



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



PUBLIKACJA JEST WSPÓŁFINANSOWANA PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ W RAMACH EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU SPOŁECZNEGO



pwn.pl

Bogusław Mól, Kazimierz Paprzycki

Poradnik metodyczny Z Sondą przez fizykę

Zestaw „SONDA”

Elektromagnetyzm część I i II

dr Józefina Turło

Poradnik metodyczny *Z SONDą przez fizykę*

Zestaw „SONDa”
Mechanika, termodynamika
i zjawiska optyczne
część III i IV

Poznań 2010

pwn.pl



PUBLIKACJA JEST WSPÓLFINANSOWANA PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ W RAMACH EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU SPOŁECZNEGO

dr Józefina Turło
*Instytut Fizyki Uniwersytetu
Mikołaja Kopernika w Toruniu*

Poradnik metodyczny
Z SONDą przez fizykę
Zestaw „SONDa”
Mechanika, termodynamika
i zjawiska optyczne. Część III i IV

© 2010 by pwn.pl sp. z o.o. Poznań
wydanie I

Wydawca:
pwn.pl sp. z o.o.
Biuro projektu „Fizyka jest ciekawa”:
ul. Romana Maya 1
61-371 Poznań
www.fizykajestciekawa.pl
e-mail: fizyka@pwn.pl
tel. 61 873 62 78

ISBN: 978-83-61492-59-7

egzemplarz bezpłatny

SPIS TREŚCI

1.	Wprowadzenie	5
2.	Znaczenie eksperymentu w nauczaniu fizyki	8
3.	Jak TIK może wzbogacić nauczanie przedmiotów przyrodniczych.....	13
4.	Rola i miejsce Eksperymentu Wspomagane- Komputerem (EWK) w nauczaniu fizyki	21
5.	Czy TIK jest stosowana na lekcjach fizyki? Diagnoza, potrzeby.....	33
6.	SONDy GO (SONDa 3 i SONDa 4), ich możliwości i opis merytoryczno-techniczny.....	44
6.1	Opis SONDy 3 – datalogger (autonomiczny rejestrator danych).....	46
6.2	Opis SONDy 4 – dopplerowski detektor ruchu (DDR)	49
7.	Wybrane przykłady wykorzystania zestawów SONDa GO w nauczaniu fizyki	58
8.	Propozycje scenariuszy zajęć dydaktycznych z użyciem zestawów SONDa GO w kontekście zapisów nowej podstawy programowej	60
8.1	Scenariusze, poziom gimnazjalny, SONDa 3	61
8.2.1	Scenariusze, poziom ponadgimnazjalny, SONDa 3	80
8.2.2	Scenariusze, poziom ponadgimnazjalny, SONDa 4	95
	Podziękowania	127

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach zwrócono uwagę na fakt, że nauczanie fizyki w wielu krajach świata, w tym w Polsce, stwarza specyficzne problemy – zauważamy zwiększający się brak zainteresowania uczeniem się tego przedmiotu w szkole średniej, spada liczba uczniów, którzy fizykę wybierają jako przedmiot studiów wyższych i tematykę przyszłej kariery zawodowej. Powszechnie panuje opinia, że fizyka jest przedmiotem trudnym, mało interesującym, wręcz stresującym. Jeżeli tak jest rzeczywiście (o czym świadczą również wyniki badań dydaktycznych, np. międzynarodowych badań ROSE (Relevance of Science Education), to co należy zrobić, aby tę sytuację zmienić? Jak zwiększyć zainteresowanie uczniów fizyką?

Próbę odpowiedzi na to pytanie podjęli również realizatorzy projektu „Fizyka jest ciekawa”, w ramach którego powstało to opracowanie.

Jako środek zaradczy na opisaną sytuację w nauczaniu przedmiotów ścisłych, a w szczególności fizyki, proponuje się najczęściej zmianę systemu edukacji, organizacji pracy szkoły, obowiązujących programów nauczania, czy podstaw programowych, a także podniesienie jakości pomocy edukacyjnych oraz sposobu oceny i egzaminowania uczniów. Jednakże, na podstawie analizy wyników badań dydaktycznych w tym zakresie wydaje się, że oprócz tych, ww. istotnych elementów, zmiana efektywności uczenia się fizyki może nastąpić również, a może przede wszystkim, przez wprowadzenie odpowiednich, aktywizujących metod nauczania, w tym badawczych metod uczenia się, a w szczególności metody Eksperymentów Wspomaganych Komputerowo (EWK), o czym starano się przekonać czytelników niniejszego poradnika.

Jednym z głównych priorytetów Komisji Europejskiej w zakresie rozwoju edukacji europejskiej jest obecnie wspieranie wszelkich inicjatyw promujących tzw. „lifelong learning”, czyli „uczenie się przez całe życie”. Bowiem, uczenie się tylko w młodym wieku (nawet do uzyskania stopnia magistra) w tzw. społeczeństwie wiedzy, nie wystarcza do zapewnienia sobie pracy w ciągu następnych około 40 lat (czyli do osiągnięcia wieku emerytalnego). By zachować więc

szansę nadążania za rozwojem cywilizacyjnym, wszyscy, a w szczególności nauczyciele, powinni systematycznie się dokształcać, a zdobytą wiedzę i umiejętności wykorzystywać w procesie nauczania. W dobie gwałtownego rozwoju metod i środków technologii informacyjno-komunikacyjnej (TIK), decydującej o charakterze i rozwoju naszej cywilizacji jest to szczególnie ważne.

Biorąc to pod uwagę, przy wykorzystaniu przygotowanych w ramach projektu „Fizyka jest ciekawa” środków i oprogramowania postanowiono zorganizować specjalne szkolenie dokształcające dla nauczycieli fizyki, podczas których przeprowadzone zostaną zajęcia z zakresu „Metodyki wykorzystania EWK na lekcjach fizyki” Przewidujemy, że nauczyciele fizyki nabędą następujące umiejętności:

- efektywnego wykorzystania najnowszych narzędzi i metod technologii informacyjno-komunikacyjnej (TIK) do edukacji przyrodniczej, nie tylko w klasie, ale i poza nią (np. do badania hałasu, promieniowania jonizującego, promieniowania ultrafioletowego i in. w środowisku);
- właściwego zastosowania komputerów do realizacji celów edukacyjnych na lekcjach fizyki oraz oceny, czy założone cele przedmiotowe zostały osiągnięte;
- planowania i tworzenia scenariuszy lekcyjnych, projektów badawczych prac, prezentacji dla uczniów z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnej;
- rozpoznawania potrzeb w zakresie wykorzystania środków EWK przez dzieci niepełnosprawne i mające specjalne potrzeby edukacyjne;
- demonstrowania pozytywnej postawy w zakresie kształcenia i samokształcenia w przyszłości z wykorzystaniem metody EWK zarówno przez nauczycieli, jak i uczniów;
- dostarczania nauczycielom, nie biorącym udziału w szkoleniu, przykładowych materiałów edukacyjnych do zastosowania w praktyce szkolnej z zakresu zastosowania unikalnych w Polsce środków i narzędzi EWK w nauczaniu fizyki.

Analizując różnorodne, aktualnie dostępne możliwości wykorzystania TIK w nauczaniu szkolnym, warto przytoczyć wiele mówiące słowa angielskiego poety, dramaturga, eseisty, krytyka i filozofa, a także

laureata nagrody Nobla z 1948 roku, Thomasa S. Eliota: „Gdzie się podziła ta mądrość, którą zastąpiła wiedza. Gdzie się podziła ta wiedza, którą zastąpiła informacja.”

Wykorzystujmy więc w nauczaniu takie metody technologii informacyjnej, które w oparciu o uzyskane informacje wyposażają uczniów nie tylko w wiedzę, ale i mądrość, a wówczas współczesna szkoła będzie nie tylko nowoczesna i przyjazna, ale również skuteczna.

2. Znaczenie eksperymentu w nauczaniu fizyki

Motto:

Nie uwierzysz, aż przemierzysz...

Prysłowie ludowe

Fizyka jest nauką eksperymentalną. Bada zdarzenia, zjawiska i procesy zachodzące w istniejącym obiektywnie świecie materialnym. Kontakt ze światem rzeczywistym jest w tej dziedzinie, podobnie jak w innych naukach przyrodniczych, podstawą poznania. Zgodność teorii opisujących rzeczywistość przyrodniczą z wynikami obserwacji czy doświadczenia, jest ostatecznym kryterium prawdy. Nawet najpiękniejsza konstrukcja logiczna musi być odrzucona, jeżeli eksperyment nie potwierdzi przewidywań teoretycznych! To dzięki temu kryterium człowiek uczy się szacunku dla praw i zasad, które rządzą światem.

Wśród nauk przyrodniczych fizyka zajmuje miejsce wyjątkowe – usiłuje dotrzeć do pierwotnych przyczyn, zadawać pytania najbardziej fundamentalne. Widząc świecącą żarówkę zadajemy pytanie: dlaczego żarówka świeci? Odpowiadamy: bo drucik rozgrzany jest do białości. Dlaczego? Bo płynie przez niego prąd elektryczny. A jeżeli przez drucik płynie prąd to dlaczego się rozgrzewa? Czym właściwie jest prąd? Możemy też od razu zadać inne pytanie: czy Słońce świeci bo jest rozgrzane, podobnie jak żarówka? Wiemy, że tak. A dlaczego Słońce świeci, przecież nie płynie przez nie prąd elektryczny? Takich pytań stawianych przez fizyków (i nie tylko przez fizyków) mogą być miliony...

Tak więc nauczanie fizyki może pełnić dwojaką rolę w kształtowaniu światopoglądu, po pierwsze – pokazywać naprawdę szerokie horyzonty wiedzy, a po drugie – pomagać w tworzeniu jednolitego obrazu świata.

Podstawową metodą badawczą fizyki są obserwacje i doświadczenia. Na ogół proces poznawczy rozpoczyna się od obserwacji jakościowych, podczas których rejestrujemy, odkrywamy nowe zjawisko. Następnie przeprowadzamy doświadczenia, mające na celu ustalenie związków przyczynowych, jak i uzyskanie informacji ilościowych.

Na tej podstawie staramy się sformułować prawa fizyki, które zapisujemy w postaci równań matematycznych. To przejście od obserwacji do modelu matematycznego znane jest jako **metoda indukcji**.

Jednak umiejętności poprawnego wnioskowania i dokonywania uogólnień nie zawsze wystarczają do samodzielnego sformułowania praw fizyki (teorii fizycznych). Dzieje się tak po części dlatego, że prawa fizyki wyrażają związki ilościowe między różnymi wielkościami fizycznymi. Nie wystarczy stwierdzić, że jedna wielkość fizyczna zależy od drugiej (sformułowanie jakościowe) ale trzeba podać ścisłą relację między tymi wielkościami w postaci równania matematycznego, a to wiąże się zawsze z pomiarami określającymi liczbowo stosunek danej wielkości do przyjętej jednostki. Ponadto, wszystkie wielkości fizyczne muszą być jednoznacznie określone i znajomość tych definicji jest niezbędna do sformułowania praw fizyki. Dlatego często naukę rozpoczyna się od poznania pewnej ilości definicji wielkości fizycznych, po których wprowadzane są wybrane prawa fizyczne. W większości przypadków prawa te poprzedzone są możliwie prostym wyprowadzeniem, którego celem jest podkreślenie logicznej struktury wnioskowania, a więc nauka polega na wyciąganiu wniosków z poznanych uprzednio praw. Ta metoda, w której nowe zjawiska i wyniki doświadczeń przewidujemy jako logiczną konsekwencję poznanych praw (teorii) znana jest jako **metoda dedukcji**.

Jednakże człowiek, od zarania dziejów zawsze chciał nie tylko wiedzieć więcej, ze zwykłej ciekawości, ale także pragnął wykorzystać swą wiedzę w praktyce. To dzięki odkryciom fizyków możemy korzystać z kolorowych i cyfrowych telewizorów, komputerów – laptopów i notebooków, nowoczesnych mikroprocesorów sterujących wieloma urządzeniami, różnych nowoczesnych technologii, fantastycznej komunikacji i telekomunikacji. Współczesne wysoko rozwinięte technologie i przyszłe, jeszcze bardziej zaawansowane, np. związane z przyjazną dla środowiska energetyką, wymagają do ich tworzenia i obsługi ludzi posiadających głęboką wiedzę o przyrodzie. Przemysł, biura projektowe, ośrodki badawcze będą potrzebowały coraz więcej takich ludzi. Już teraz w naszym kraju działają lub pojawiają się nowe firmy wykorzystujące nowoczesne technologie, np. ekologiczne, telekomunikacyjne, elektroniczne, obliczeniowe,

tomograficzne, laserowe, światłowodowe itd.

Tak więc **praktyczne zastosowania** pokazujące związek między fizyką i techniką są tym na co powinien zwrócić szczególną uwagę nasz obecny uczeń, a być może przyszły inżynier...

Fizyka będzie z pewnością nadal niezbędnym elementem wykształcenia ludzi XXI wieku. Nie ulega wątpliwości, iż w nasyconym nowymi technologiami świecie, do jakiego powoli wkraczamy, również rola i ranga zawodu nauczyciela i nauczania, a w szczególności fizyki, musi wzrosnąć i to jak najszybciej. Powinniśmy wziąć pod uwagę fakt, że spektrum dziedzin życia (bądź działalności), oparte o wiedzę i umiejętności z zakresu fizyki jest bardzo szerokie. Mogą to być nie tylko:

- przemysł i handel (badania naukowe, projektowanie, wytwarzanie i marketing);
- komunikacja (radiowo-telewizyjna, komputerowa, telekomunikacja i GPS);

ale również działania związane ze sferą:

- wypoczynku (muzyką, sportem, różnorodnymi mediami i rekreacją);
- energii (elektrycznej, paliw kopalnych, niekonwencjonalnej jądrowej);
- środowiska (ekologii, monitoringu zanieczyszczeń, na rzecz zachowania przyrody, zdrowia i bezpieczeństwa);
- kosmosu (astronomia, inżynieria kosmiczna, meteorologia, technika satelitarna, zdalne sterowanie);
- transportu (drogowego, wodnego, kolejowego i powietrznego);
- zdrowia i medycyny (zapobiegania, ochrony, diagnostyki i terapii);
- **edukacji na różnych** poziomach (podstawowym, średnim – gimnazjalnym i ponadgimnazjalnym, wyższym, dla dorosłych i na odległość – edukacja otwarta).

W warunkach edukacji szkolnej uczniowie mogą się spotkać z eksperymentami fizycznymi w postaci:

- a) demonstracji przeprowadzanych przez nauczyciela,
- b) eksperymentów uczniowskich (samodzielnych doświadczeń laboratoryjnych) przeprowadzanych indywidualnie lub w grupach,
- c) doświadczeń przeprowadzanych w toku zajęć pozalekcyjnych lub jako praca domowa ucznia.

Eksperymenty te są na ogół wcześniej zaplanowane, potrzebne pomoce dydaktyczne zgromadzone, a odpowiednia metoda eksperymentowania (pomiarowa) z góry ustalona. Wyniki badań dydaktycznych pokazują jednakże, że najczęściej brak jest uczniom pewnych **eksperymentalnych umiejętności badawczych**, niezbędnych do samodzielnego badania zjawisk fizycznych. Wśród tych umiejętności, bardzo ważnych w rozwiązywaniu problemów o charakterze eksperymentalnym znajdują się m.in.:

- analiza sytuacji problemowej;
- określenie czynników mających wpływ na badane zjawisko (proces);
- postawienie weryfikowalnej eksperymentalnie hipotezy rozwiązania badanego problemu;
- wybranie odpowiedniej metody badawczej (pomiarowej);
- zaplanowanie i przygotowanie (zestawienie) odpowiedniej aparatury (sprzętu) potrzebnej do wykonania doświadczeń;
- przeprowadzenie eksperymentów pilotażowych (dokonanie pomiarów, zebranie danych, ich opracowanie – analiza jakościowa i/lub ilościowa oraz ocena);
- porównanie wyników doświadczalnych z teoretycznymi i ewentualne zaproponowanie użycia „ulepszonej” metody/aparatury pomiarowej w celu potwierdzenia postawionej hipotezy, będącej rozwiązaniem problemu badawczego;
- wyciągnięcie wniosków końcowych;
- zastosowanie uzyskanej w doświadczeniach wiedzy i umiejętności do rozwiązywania innych, spotykanych w codziennym życiu problemów przyrodniczych.

Reasumując, aby sprostać opisanym wyżej zadaniom związanym z kształtowaniem uczniowskich umiejętności eksperymentalnych w prawidłowym realizowanym nauczaniu fizyki, uczeń powinien sam przeprowadzać różnorodne obserwacje, wykonywać doświadczenia oraz przeprowadzać analityczne i logiczne rozumowanie, mające na celu interpretowanie otrzymanych wyników i wyciąganie prawidłowych wniosków. Odpowiednio przeprowadzony eksperyment, opisane wyniki oraz wyciągnięte i zweryfikowane wnioski wyrabiają aktywność oraz intelektualną dojrzałość ucznia (w tym myślenie refleksyjne, niezbędne do rozwiązywania tak ważnych w późniejszym życiu problemów twórczych).

Ponadto, odpowiednia organizacja eksperymentalnych zajęć uczniów na lekcjach fizyki, może przyczynić się także do nabycia umiejętności pracy w grupie i interpersonalnej komunikacji.

3. Jak TIK może wzbogacić nauczanie przedmiotów przyrodniczych

Motto:

*Wprowadzenie mikrokomputerów
będzie znacznie bardziej rewolucyjne,
niż każdy z nas się spodziewa...*

R.A. Sparkes

Tak w latach 80. ubiegłego wieku, pisał autor pionierskiej książki na temat edukacyjnych zastosowań mikrokomputera ZX SPECTRUM w edukacji. I miał rację, nasze życie bardzo się zmieniło...

Druga połowa XX w. określana jest mianem „epoki mediów”. Ich rola we współczesnym świecie jest ogromna. Media i multimedia nie tylko zawładnęły czasem wolnym ludzi i stały się głównym nośnikiem informacji i komunikacji społecznej (funkcja społeczna), ale także stały się narzędziami uczenia się i pracy intelektualnej człowieka (funkcja zawodowa). Istnieje powiedzenie „kto posiada informację, ten ma władzę”, czyli uważa się media za czwarty rodzaj władzy, obok: ustawodawczej, wykonawczej i sędziowskiej. Jednocześnie, społeczeństwo końca XX i początku XXI wieku określa się najczęściej mianem „**społeczeństwa informacyjnego**”. Społeczeństwo informacyjne (postindustrialne) to formacja społeczna, w której przetwarzanie informacji jest głównym i pierwszoplanowym procesem ekonomicznym, a stosunki społeczne, warunki bytowe (np. kultura) i służby społeczne (np. oświata) zostały do tego dostosowane. Natomiast środowisko informacyjne, to infrastruktura społeczno-techniczna, w jakiej egzystuje człowiek w społeczeństwie informacyjnym. Budowanie społeczeństwa informacyjno-komunikacyjnego we współczesnej Europie łączy się z wykorzystaniem technologii informacyjnych (TIK) w komunikacji społecznej i ponadnarodowej integracji. Multimedialne technologie informacyjne są narzędziem realizacji kulturowych, ekonomicznych i politycznych funkcji członków społeczeństwa informacyjnego oraz środkiem integrującym ludzi na wielu płaszczyznach. Dlatego też podejmowane są działania koordynujące i integrujące rozwój takiego społeczeństwa w Europie. I tak np. już w 1999 roku powstał Projekt E-Europa, który zakłada:

- alfabetyzm cyfrowy, czyli edukację w zakresie korzystania z Internetu i narzędzi multimedialnych, inwestowanie w ludzi i ich umiejętności w tym zakresie;
- łatwy i tani dostęp do Internetu, zarówno dla konsumentów, jak i biznesu;
- rządy on-line – dostęp do urzędów, aktów prawnych i administracyjnych poprzez sieć, elektroniczny dostęp do usług publicznych, itd.;
- pobudzanie wykorzystania Internetu w nauce, gospodarce i edukacji.

Jednakże powszechne wykorzystanie multimediiów, mimo wielu niewątpliwych zalet niesie ze sobą również skutki negatywne. Wymieniamy je poniżej.

Pozytywne funkcje multimediiów:

- przyspieszają i ułatwiają procesy komunikacji (powszechny dostęp do zasobów internetowych);
- stymulują rozwój człowieka w oparciu o konstruktywistyczną koncepcję kształcenia (wg Piageta: asymilację, akomodację, równowagę i nierównowagę);
- pozwalają diagnozować i doradzać („systemy ekspertowe”);
- promują pozytywne systemy wartości;
- kształtują właściwe przekonania i postawy ludzi (a zwłaszcza dzieci i młodzieży).

Negatywne skutki multimediiów wynikają natomiast z zamazania granicy między wirtualną rzeczywistością a życiem codziennym i mogą:

- powodować manipulowanie informacją, wprowadzanie dezinformacji;
- wdrażać do działalności przestępczej (hakerstwo i piractwo komputerowe, przestępstwa seksualne);
- kształtować postawy agresywne (osłabienie wrażliwości człowieka, brutalizacja życia społecznego);
- ograniczać aktywność oraz możliwości twórcze (obniżanie poziomu wiedzy, niszczenie więzi międzyludzkich);
- narażać człowieka na straty czasu i zdrowia (spam komputerowy, „komputerofobia”, uzależnienie od Internetu).

Niewątpliwie jednak, komputery są obecnie jednym z podstawowych czynników decydujących o charakterze i rozwoju naszej cywilizacji. Jeżeli więc jakiegokolwiek społeczeństwo w erze gwałtownego rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych chce osiągnąć sukces cywilizacyjny, naukę z wykorzystaniem komputera i o samym komputerze, musi zacząć od szkoły.

Biorąc to pod uwagę, szczególnie nauczyciel przedmiotów przyrodniczych powinien wiedzieć, **po co, kiedy i jak** w swej praktyce szkolnej **wykorzystywać środki multimedialne** (m.in. komputery), aby w osiąganiu celów nauczania swego przedmiotu odnieść korzyści, a kiedy ich zastosowanie będzie mniej skuteczne i niewłaściwe (**funkcja dydaktyczna**). Należy przy tym pamiętać, że większość programów nauczania w odniesieniu do technologii informacyjno-komunikacyjnej zakłada wykształcenie następujących umiejętności informatycznych ucznia:

- gromadzenie i przekazywanie informacji,
- przetwarzanie informacji, posługiwanie się informacją,
- symulacje i modelowanie komputerowe,
- **pomiary i kontrola eksperymentów,**
- świadome używanie środków technologii informacyjnej.

W konsekwencji, w ostatnich latach zauważa się rosnący wpływ technologii informacyjno-komunikacyjnej na proces kształcenia w szkołach i innych placówkach oświatowych na świecie i w Polsce. Dynamiczny rozwój systemów nauczania nie byłby możliwy bez wykorzystania tych technologii. Ważnym zadaniem stojącym przed placówkami doskonalącymi nauczycieli i oświatowymi różnego szczebla oraz nauczycielami jest więc stworzenie właściwych metod i narzędzi umożliwiających efektywne, badawcze nauczanie i uczenie się oraz ocenę postępów uczniów na różnych poziomach edukacyjnych i w różnych, także nietypowych sytuacjach (**funkcja katalityczna**).

Dostępne aktualnie narzędzia i metody TIK

Wykształcenie opisanych powyżej umiejętności informatycznych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych może być wspomagane przez użycie różnorodnych środków (hardware), narzędzi (software) i metod (teachware) technologii informacyjno-komunikacyjnej. Wymieńmy najważniejsze z nich:

- edytory tekstów (np. MS Word), grafiki i programy do przygotowania prezentacji (np. MS PowerPoint);
- programy symulacyjne (np. Interactive Physics) i do modelowania (np. Modellus);
- arkusze kalkulacyjne (np. MS Excel, MS Access);
- programy do zbierania danych i ich opracowywania (ang. data-logging i MBL – Microcomputer Based Laboratory, np. Coach, Insight);
- bazy CD-ROM i inne komputerowe bazy danych;
- pakiety zintegrowane i specjalistyczne, np. do zastosowania metody interaktywnego wideo;
- programy wspomagające pomiar dydaktyczny (np. wydawnictwa: WSiP, ZamKor i inne, projekt Socrates Grundtvig);
- Internet, witryny, aplety WWW, nauczanie na odległość (np. Open University, <http://www.open.ac.uk>);
- tablice interaktywne;
- gry dydaktyczne;
- materiały pomocnicze i informacje o sprzęcie i oprogramowaniu.

Zastosowanie komputerów w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych jest szczególnie uzasadnione i to nie tylko dlatego, że metody i środki technologii informacyjnej:

- przyciągają, urozmaicają i wzbogacają nauczanie, wzbudzają zainteresowanie, motywują uczniów;
- zwiększają efektywność pracy zespołowej w laboratorium przyrodniczym;
- zachęcają do odpowiadania na pytania: „co będzie, jeśli?”, zamiast wykonywania zadań według instrukcji, jak z książki kucharskiej;
- zwiększają zapamiętanie i rozumienie wiedzy, dzięki możliwości sprzężenia zwrotnego;
- ułatwiają realizację programów nauczania, dzięki integracji metod technologii informacyjnej z treścią nauczania przedmiotów przyrodniczych;
- zapewniają stosowanie metod multimedialnych;
- pozwalają na symulacje, modelowanie i badanie układów w czasie rzeczywistym;
- zapewniając indywidualną, aktywną pracę uczniów, pozwalają

- na ich samodzielne „odkrywanie” i konstruowanie własnej wiedzy;
- powodują u uczniów kojarzenie pracy z komputerem z ułatwieniem rozumienia nauk przyrodniczych, ponieważ komputer pomaga rozwiązać zarówno proste, jak i bardzo skomplikowane problemy;
- pozwalają uczniom na rozszerzenie ich orientacji dotyczącej edukacyjnych zasobów wiedzy, istniejących także poza komputerem.

Przyrodnik badając otaczającą rzeczywistość, obserwuje ją, dokonuje pomiarów, rejestruje wyniki, opracowuje je, modeluje badane sytuacje i sprawdza poprawność tych modeli, a opisane wyniki prac rozpowszechnia. We wszystkich tych czynnościach pomocny może być komputer. Spełniając podstawowy postulat współczesnej dydaktyki o **upodobnieniu procesu nauczania do procesu badania**, wykorzystanie elementów technologii informacyjnej (w tym różnego typu detektorów na linii z komputerem i tzw. komputerowych autonomicznych rejestratorów danych) winno stać się integralną częścią nauczania przedmiotów przyrodniczych. Zdobywanie podstawowych kompetencji w zakresie posługiwania się technologią informacyjną w trakcie szkolnej edukacji przyrodniczej może odbywać się podczas realizacji nowych podstaw programowych, które zaczęły obowiązywać od roku szkolnego 2009/2010 (na mocy rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, Dz.U. z 2009 r. nr 4, poz. 17).

Również wiele światowych programów kształcenia i doksztalcania nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, obok wykształcenia takich umiejętności informatycznych, jak zdobywanie, przekazywanie i przetwarzanie informacji oraz posługiwanie się nimi (np. poprzez użycie zasobów Internetu i witryn WWW, procesorów tekstu, komputerowych baz danych czy arkuszy kalkulacyjnych) oraz przeprowadzanie komputerowego pomiaru dydaktycznego, zakłada nabycie umiejętności przeprowadzania komputerowo wspomaganých pomiarów w środowisku przyrodniczym oraz symulacji i modelowania zjawisk, zdarzeń i procesów w nim zachodzących.

Nauczanie przedmiotów przyrodniczych może, a nawet powinno być wspomagane użyciem różnorodnych, aktualnie dostępnych

środków, narzędzi i metod technologii informacyjnej. Zawsze jednak, planując zajęcia z użyciem TIK na lekcji o przyrodzie, czy bezpośrednio w środowisku przyrodniczym należy brać pod uwagę ich efektywność poznawczą w stosunku do tradycyjnych metod nauczania. Jednakże, nikt już dzisiaj nie kwestionuje, że najwłaściwszym i najbardziej efektywnym sposobem wykorzystania komputera w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych są **komputerowo wspomagane pomiary w środowisku naturalnym lub w laboratorium** (za pomocą różnego typu detektorów i czujników), ich zapis – rejestracja danych w pamięci komputera (ang. datalogging) oraz dynamiczna prezentacja wyników i ich opracowanie w trakcie badań (pomiar on-line) lub bezpośrednio po przeprowadzonych badaniach (pomiar off-line). Inaczej mówiąc, aby spełnić aktualnie obowiązujące standardy nauczania (zawarte w *Podstawie programowej MEN*), które wymagają, aby uczeń potrafił stosować zintegrowaną wiedzę i umiejętności do rozwiązywania problemów przyrodniczych, należy preferować stosowanie metody **poszukująco-badawczo-problemowej**, a to z kolei, uzasadnia wykorzystanie nowoczesnych, autonomicznych, komputerowych rejestratorów danych i dokonywanie za ich pomocą pomiarów.

Podczas tego typu pomiarów **komputer wykorzystywany jest w charakterze uniwersalnego i wygodnego przyrządu do pomiarów w czasie rzeczywistym** różnych wielkości używanych w fizyce, chemii, biologii, czy geografii, jak np. położenie (prędkość, przyspieszenie, pęd, energia), czas (siła, częstotliwość drgań, przesunięcie fazowe, współrzędne geograficzne położenia obserwatora), napięcie elektryczne (natężenie prądu elektrycznego, natężenie światła, natężenie dźwięku i infradźwięków, natężenie pola elektrycznego, oporność, pojemność, temperatura, ciśnienie, pH, zawartość tlenu w wodzie i inne), a także ilość impulsów będących następstwem promieniowania jonizującego.

Metoda Eksperymentu (pomiaru) Wspomagane Komputere (EWK) może być technicznie realizowana na wiele sposobów. Ostatnio, zamiast instalowania wewnątrz komputera (stacjonarnego bądź przenośnego) dodatkowych kart przetworników, które przetwarzają sygnały analogowe na cyfrowe coraz częściej wykorzystuje się możliwość przesyłania sygnałów pomiarowych bezpośrednio do

standardowych portów komputera (w tym głównie portu szeregowego RS 232), pełniących rolę interfejsów, dzięki zastosowaniu znacznie prostszych (tańszych) układów, tzw. adapterów, łączących urządzenia zewnętrzne z komputerem. Natomiast do badań parametrów stanu środowiska, gdzie istotne jest gromadzenie danych w długich odstępach czasu i z różnych miejsc bez udziału obserwatora powszechnie używa się programowalnych, komputerowych, autonomicznych rejestratorów danych (ang. *dataloggers*). W nowszych rozwiązaniach, w tym w zestawach SONDa 3 i 4 najczęściej wykorzystuje się port USB, który zapewnia zarówno zasilanie, jak i dużą szybkość transmisji danych, a to z kolei umożliwia konstrukcję urządzeń z użyciem mikroprocesorów o większej wydajności i większej pojemności pamięci.

Jednakże, aby zastosowanie tej metody na gruncie szkolnym mogło być efektywne, obok sprzętu komputerowego i dodatkowego wyposażenia do wykonywania eksperymentów (hardware) musimy mieć do dyspozycji odpowiednie, najlepiej uniwersalne oprogramowanie (software) oraz opisy sprawdzonych w praktyce przez nauczycieli rozwiązań metodycznych. Dysponując tymi wszystkimi elementami możemy zarówno studentom przedmiotów przyrodniczych, przygotowującym się do zawodu nauczyciela, jak również słuchaczom studiów podyplomowych i uczestnikom kursów doszkolających dla nauczycieli zaproponować realizację różnorodnych eksperymentalnych zadań przyrodniczych wspomaganych TIK. Zadania dotyczą najczęściej zagadnień interdyscyplinarnych lub zagadnień przedmiotowych ważnych w edukacji przyrodniczej nie tylko dla fizyków. Są to takie zadania, jak np.:

- komputerowo wspomagane doświadczenia z mechaniki (badanie ruchu prostoliniowego na torze powietrznym, praw spadku swobodnego i ruchu obrotowego na wirującej tarczy);
- badanie parametrów ruchu z wykorzystaniem dopplerowskiego komputerowego miernika położenia;
- poznanie zasady działania i sposobów wykorzystania systemu satelitarnego GPS (Global Positioning System);
- ruchy Browna: obserwacje, symulacje komputerowe, praca z Internetem;
- pomiar wilgotności powietrza oraz badanie zjawisk cieplnych

- z wykorzystaniem rejestratora danych LOGIT;
- wykorzystanie miernika METEX oraz rejestratora danych LOGIT do pomiarów temperatury, ciśnienia i oświetlenia;
- komputerowe badanie zjawisk odwracalnych na przykładzie efektu Peltiera oraz zdalne pomiary temperatury z wykorzystaniem pirometru RAYTEK;
- komputerowe badanie zjawiska rozładowania kondensatora oraz procesów elektrofizjologicznych podczas analizy EKG;
- drgania i fale akustyczne, komputerowa analiza dźwięku;
- badanie hałasu i infradźwięków w środowisku, badanie słuchu;
- wykorzystanie komputerowych autonomicznych rejestratorów danych do badania promieniowania ultrafioletowego i podczerwonego;
- doświadczenia z zakresu fizyki jądrowej wspomagane komputerowo.

Mamy nadzieję, że poznanie wybranych, prezentowanych przez nas rozwiązań dotyczących zastosowań technologii informacyjnej w laboratorium przyrodniczym zainspiruje nauczycieli przedmiotów przyrodniczych do zaprojektowania własnych, jeszcze ciekawszych propozycji, które zwiększą aktywność i motywację uczniów, a tym samym podniosą efektywność nauczania przedmiotów przyrodniczych w zreformowanej szkole.

Zachęcenie do tego uczestników warsztatów dla nauczycieli organizowanych przez pwn.pl jest jednym z celów powyższego opracowania. W tym celu opracowanie to zawierało będzie również wybrane przykłady scenariuszy lekcji (głównie fizyki), w których użycie metod i środków technologii informacyjno-komunikacyjnej ma za zadanie służyć do osiągnięcia przedmiotowych celów nauczania.

4. Rola i miejsce Eksperymentu Wspomaganego Komputerem (EWK) w nauczaniu fizyki

Dlaczego rola wykorzystania EWK w nauczaniu fizyki jest tak istotna?

Jak już wspomniano, fizyka to dziedzina nauki, w której komputery stosuje się już od kilkudziesięciu lat. Warto może dodać, że to właśnie fizycy w latach 70. XX w. skonstruowali w USA pierwszy komputer osobisty Apple. Wśród twórców, obok Steve'a Jobsa, był wynalazca polskiego pochodzenia – Steve Wozniak. Komputer ten składał się z 30–40 układów scalonych, w tym z procesora typu 6502, współpracował z klawiaturą oraz wykorzystywał ekran telewizyjny. Obecnie komputer osobisty (PC) zawiera wszystkie układy funkcjonalne w jednej obudowie i zajmuje mało miejsca (np. notebook, laptop czy palmtop).

Komputery stanowią niezbędne narzędzie pracy fizyków, dzięki nim możliwy jest dokładny pomiar różnych wielkości fizycznych, szybki ich zapis, a następnie analiza wyników, które łatwo mogą być prezentowane w formie diagramów czy wykresów (przy czym w zależności od potrzeb, np. dla przejrzystego przedstawienia badanej zależności, prostym sposobem można zmieniać ich skalę czy układ osi).

Nic więc dziwnego, że wśród nauczycieli szczególnie zainteresowanych nauczaniem wspomaganym komputerem najwięcej jest fizyków, co głównie wynika z faktu, że możliwości wykorzystania komputera na lekcjach fizyki są większe i bardziej atrakcyjne niż na innych przedmiotach.

W latach 2005–2008 Pracownia Dydaktyki Fizyki UMK była partnerem Europejskiego projektu edukacyjnego SOCRATES/COMENIUS 2.1 pt. EU ISE – *Effective Use of ICT in Science Education (Efektywne wykorzystanie Technologii Informacyjno-Komunikacyjnej w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych)*. Wspólnie z dydaktykami, metodykami i nauczycielami z Finlandii, Hiszpanii, Szkocji i Słowacji zajmowaliśmy się gromadzeniem najlepszych przykładów dobrej praktyki wykorzystania TIK i towarzyszących im technologii w nauczaniu i uczeniu się przedmiotów przyrodniczych w Europie. Zaproponowaliśmy odpowiedni system do badania tego obszaru (kwestionariusz

badań), przeprowadziliśmy badania oraz zaplanowaliśmy i przetestowaliśmy metody efektywnego kształcenia i doksztalcenia nauczycieli w tym zakresie. Wyniki tych międzynarodowych badań (na próbie 468 nauczycieli) pozwoliły poznać ich poglądy na możliwości i wartości wynikające z wykorzystania TIK w uczeniu się przedmiotów przyrodniczych, a przede wszystkim odpowiedzieć na podstawowe pytania – kiedy, po co i jak środki i metody TIK powinny być w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, a w szczególności w nauczaniu fizyki użyte tak, aby mogły one wspomóc realizację przedmiotowych celów nauczania – uczenia się? Analiza odpowiedzi nauczycieli na trzy pytania została zamieszczona w tabeli 2.

Tabela 1. Wykorzystanie TIK w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych
 Aspekty ogólne i przedmiotowe

Kiedy?	Po co?	Jak?
Jeśli program nauczania jest przestarzały lub laboratorium szkolne nie jest wystarczająco wyposażone.	Aby zmodernizować i poszerzyć wiedzę i umiejętności uczniów przez wykorzystanie nowoczesnych technologii.	Przez wykorzystanie zasobów Internetu, w tym kształcenia wirtualnego i na odległość.
Jeśli istnieje konieczność wymiany poglądów przez studentów na problematykę wspólnych tematów.	Aby podkreślić pewne zasadnicze cele edukacji szkolnej, w tym np. edukacji o problemach globalnych.	Forum dyskusyjne z wykorzystaniem Internetu.
Jeżeli uczniowie mają wiele pre- i mis-konceptji (braków w rozumieniu pojęć).	Dla lepszego (głębszego) zrozumienia trudnych pojęć fizycznych.	Wykorzystanie symulacji, modelowania, baz danych, interaktywnego wideo, EWK, dataloggingu.
Gdy mała jest liczba godzin przeznaczonych na nauczanie fizyki.	Aby korzystać z czasu nauki w sposób bardziej efektywny.	Oprogramowanie zaprojektowane w taki sposób, aby oszczędzać czas nauki.
Jeśli uczniowie nie przejawiają oznak myślenia naukowego.	W celu rozwinięcia umiejętności potrzebnych w pracy badawczej.	Przez dostarczenie dostępu do zasobów używanych przez naukowców (badaczy).

Aspekty pedagogiczne

Kiedy?	Po co?	Jak?
Gdy metody tradycyjne nie oferują zróżnicowanego nauczania.	Aby dostosować nauczanie do indywidualnej wiedzy i umiejętności uczniów.	Przez opracowanie różnych wariantów (opcji menu) pracy z oprogramowaniem
Jeżeli proces nauczania – uczenia się jest pasywny (bierny).	W celu spowodowania, aby uczenie się było bardziej aktywne.	Przez zapewnienie interaktywnego uczenia się poprzez sprzężenie zwrotne studentów z oprogramowaniem (metoda EWK).
Gdy uczniowie nie posiadają umiejętności pracy w grupach.	W celu wspierania aktywnej współpracy uczniów w zespołach.	Przez wspieranie aktywnej współpracy podczas pracy nad projektem.
Jeżeli tradycyjne nauczanie nie jest efektywne.	W celu zwiększenia efektywności nauczania.	Przez tworzenie metod multimedialnych i EWK, przy użyciu zasad pedagogicznych.

Jak widać z powyższej tabeli, metoda Eksperymentu Wspomaganego Komputerem (EWK) wymieniana jest najczęściej przez nauczycieli przedmiotów przyrodniczych w kolumnie „Jak?“, jako odpowiedź na pytania kiedy i po co stosować TIK w nauczaniu. Efektywność stosowania metody EWK w edukacji przyrodniczej potwierdza również wiele badań dydaktycznych.

Podczas wszelkiego rodzaju kursów dla nauczycieli powinniśmy koncentrować się na wykształceniu umiejętności efektywnego wykorzystania Eksperymentów Wspomaganych Komputerem z włączeniem tam, gdzie jest to możliwe, modelowania zjawisk, jako narzędzi aktywnego, zespołowego uczenia się uczniów, a także badania zjawisk i rozwiązywania problemów w kontekście lokalnym.

Proponując własne rozwiązania w zakresie upowszechnienia w Polsce metody EWK jesteśmy w pełni świadomi odnośnie zalet i wad najlepszych rozwiązań zagranicznych, jak np. holenderskiego uniwersalnego oprogramowania COACH, angielskich programów do opracowania danych z rejestratorów firmy LogIT-SoftLab i Insight, czujników i oprogramowania niemieckich firm LEYBOLD i PHYWE. oraz amerykańskiego systemu PASCO. Może warto wymienić chociaż jeden argument – powyższe rozwiązania są bardzo drogie!

Miejsce na zastosowanie EWK, zgodnie z nową Podstawą programową fizyki

Realizowana aktualnie w polskich szkołach *Podstawa programowa fizyki*¹ stwarza wiele możliwości stosowania metody EWK zarówno na II, III (poziom gimnazjum), jak i na IV etapie edukacyjnym (poziom liceum, technikum). Można się o tym przekonać analizując zapisy tej Podstawy w postaci:

- wymagań ogólnych,
- wymagań szczegółowych,
- wymagań przekrojowych,
- wymagań eksperymentalnych (zalecane doświadczenia).

Spośród wymagań ogólnych dla gimnazjum należy wymienić:

- I Posługiwanie się wielkościami fizycznymi w celu opisanie poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
- II Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
- III Rozpoznawanie w otaczającej rzeczywistości zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Natomiast wymagania ogólne dla liceów (poziom rozszerzony) zawierają:

- II Wyjaśnianie procesów i zjawisk w otaczającej przyrodzie.
- IV Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- V Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.
- VI Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analizowanie ich wyników.

Do analizy *wymagań szczegółowych, przekrojowych i doświadczalnych* podstawy programowej fizyki pod kątem przydatności wykorzystania metody EWK do realizacji tych wymagań proponuje się przyjąć następujące założenia ogólne:

¹ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dz.U. z 2009 r., nr 4, poz. 17).

1. Ważność zagadnienia dla nauczania – uczenia się, zawartość elementów interdyscyplinarnych.
2. Nowatorstwo, kontekstowość, oryginalność pomysłu i autorskiej realizacji.
3. Efektywność zastosowanej metody nauczania wspomaganego komputerem (EWK) w porównaniu z nauczaniem tradycyjnym, jej wartości metodyczne – badawcze.
4. Interakcyjność propozycji, stwarzanie możliwości pracy w zespole.
5. Łatwość obsługi proponowanego rozwiązania.
6. Wartość merytoryczna i dydaktyczna przedstawionej dokumentacji.

Stosując powyższe kryteria wyboru, sporządzono listę wymagań programowych, których realizację można wspomóc zastosowaniem metody EWK z wykorzystaniem proponowanych przez nas narzędzi TIK na poszczególnych etapach edukacyjnych.

Etap III Gimnazjum

Opis ruchu prostoliniowego:

- 1.2. Odczytywanie prędkości i przebytej odległości z Komputerowo Wspomaganych (KW) wykresów drogi i prędkości od czasu dla ruchu prostoliniowego jednostajnego.
- 1.4. Opisywanie zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona (przy użyciu KW toru z poduszką powietrzną).
- 1.5. Odróżnianie prędkości średniej od chwilowej w ruchu niejednostajnym (na podstawie KW pomiaru tych prędkości).
- 1.6. Posługiwanie się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego (np. KW badanie ruchu ciała na równi pochyłej).
- 1.7. Opis zachowania się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona (badanie zachowania się ciał na równi pochyłej, pochylonym torze, etc.), $a = F/m$.
- 1.8. Stosowanie do obliczeń związek między masą, przyspieszeniem g a siłą, $F = mg$, wyznaczanie przyspieszenia g z KW pomiarów czasu spadku swobodnego ciał.
- 1.10. Opis wzajemnego oddziaływanie ciał posługując się trzecią zasadą dynamiki $F_a = F_r$, np. podczas zderzeń sprężystych ciał.

- 1.12. Opis wpływu oporów ruchu na poruszające się ciała, np. podczas rzutu pionowego w górę, czy spadku swobodnego w powietrzu.

Propozycja dodatkowa: badanie względności ruchu i zależności opisu ruchu od układu odniesienia, zasada zachowania pędu.

Energia:

- 2.3. Opis wpływu wykonanej pracy na zmianę energii potencjalnej ciała.
- 2.4. Posługiwanie się pojęciem energii mechanicznej jako sumy energii kinetycznej i potencjalnej (zasada zachowania energii dla wahadła Oberbecka).
- 2.7. Przepływ energii na sposób ciepła, rola izolacji cieplnej.
- 2.8. Opis i przedstawienie na wykresie zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji.
- 2.9. Posługiwanie się pojęciem ciepła właściwego i jego wyznaczanie dla wody, wyznaczanie ciepła topnienia i ciepła parowania.

Właściwości materii:

- 3.6. Opis zjawiska występowania napięcia powierzchniowego na wybranym przykładzie, wyznaczanie współczynnika napięcia powierzchniowego.
- 3.7. Posługiwanie się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia atmosferycznego i hydrostatycznego). Pomiar ciśnienia.
- 3.10. Pomiar i obliczanie siły wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie.

Elektryczność:

- 4.7. Posługiwanie się pojęciem natężenia prądu, pomiar natężenia prądu.
- 4.8. Posługiwanie się pojęciem napięcia elektrycznego i jego pomiar.
- 4.9. Rozumienie pojęcia oporu elektrycznego, pomiar oporu elektrycznego, stosowanie prawa Ohma ($I = U/R$) w prostych obwodach elektrycznych.
- 4.10. Posługiwanie się pojęciem pracy i mocy prądu.
- 4.13. Umiejętność pokazania, że energia pobierana przez opornik jest oddawana w postaci ciepła.

Ruch drgający i fale:

- 6.1. Opis ruchu wahadła i przemiany energii w tym ruchu, zasada zachowania energii w ruchu wahadła.
- 6.2. Posługiwanie się pojęciami amplitudy drgań, okresu i częstotliwości do opisu drgań, wskazywanie położenia równowagi oraz odczytywanie amplitudy i okresu z danego wykresu $x(t)$ dla drgającego ciała.
- 6.4. Wykorzystywanie pojęć: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości, przyspieszenia i długości fali do opisu fal harmonicznym oraz posługiwanie się związkami między tymi wielkościami. Pomiar prędkości dźwięku w powietrzu różnymi metodami.
- 6.6. Definiowanie pojęć infradźwięków i ultradźwięków. Wyjaśnianie zależności pomiędzy wysokością i głośnością dźwięku a jego częstotliwością i amplitudą. Badanie hałasu w środowisku z wykorzystaniem autonomicznego rejestratora danych.

Światło:

- 7.3. Posługiwanie się prawem odbicia dla zwierciadła płaskiego, opisywanie zjawiska rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej, pomiar natężenia światła białego odbitego i rozproszonego.
- 7.12. Opis fal radiowych, mikrofal, promieniowania podczerwonego, światła widzialnego, promieniowania nadfioletowego i rentgenowskiego jako fal elektromagnetycznych rozchodzących się w próżni z taką samą prędkością, a różniących się częstotliwością i długością fali. Oddziaływanie tych fal z materią.

Wymagania przekrojowe:

- 8.1. Opisywanie przebiegu i wyniku przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnianie roli użytych przyrządów, wykonywanie (przy użyciu komputera) schematycznego rysunku obrazującego układ doświadczalny.
- 8.2. Wyodrębnianie zjawiska z kontekstu, wskazywanie czynników istotnych i nieistotnych dla wyniku doświadczenia.
- 8.3. Orientowanie się w skali zjawisk, szacowanie rzędu wielkości spodziewanego wyniku i ocenianie na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych. Odczytywanie danych z tabeli i zapisywanie danych w formie tabeli.

- 8.7. Rozpoznawanie proporcjonalności prostej na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługiwanie się proporcjonalnością prostą.
- 8.8. Sporządzanie wykresu na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytywanie danych z wykresu.
- 8.9. Rozpoznawanie zależności rosnącej i malejącej na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazywanie wielkości maksymalnej i minimalnej.
- 8.10. Posługiwanie się pojęciem niepewności pomiarowej.
- 8.12. Planowanie doświadczenia lub pomiaru, wybieranie właściwego narzędzia pomiaru. Mierzenie: czasu, długości, masy, temperatury, napięcia elektrycznego, natężenia prądu.

Wymagania doświadczalne

W trakcie nauki uczeń obserwuje i opisuje jak najwięcej doświadczeń. Nie mniej niż połowa doświadczeń wymienionych poniżej powinna zostać wykonana samodzielnie przez uczniów w grupach, pozostałe doświadczenia – jako pokaz dla wszystkich, wykonany przez wybranych uczniów pod kontrolą nauczyciela.

Przykładowo:

- 9.2. Wyznaczanie prędkości przemieszczania się (np. w czasie marszu, biegu, jazdy rowerem, skoków, etc.) za pośrednictwem pomiaru odległości i czasu.
- 9.5. Wyznaczanie ciepła właściwego wody za pomocą czajnika elektrycznego lub grzałki o znanej mocy (przy założeniu braku strat).
- 9.6. Wyznaczanie okresu i częstotliwości drgań ciężarka zawieszonoego na sprężynie.
- 9.7. Pomiar okresu i częstotliwość drgań wahadła.
- 9.9. Wyznaczanie oporu elektrycznego opornika lub żarówki za pomocą woltomierza i amperomierza.
- 9.10. Wyznaczenie mocy żarówki zasilanej z baterii.

Etap IV Liceum, poziom podstawowy

Grawitacja i elementy astronomii:

- 1.1. Opis ruchu jednostajnego po okręgu za pomocą pojęć okresu i częstotliwości.

- 1.2. Opis zależności siły dośrodkowej od masy, prędkości, promienia oraz wskazywanie przykładów sił pełniących rolę siły dośrodkowej (np. siła tarcia opon samochodu o jezdnię, siła naciągu sznurka, na którym uwiązano wirujący po kole kamień, etc.).

Fizyka jądrowa:

- 2.5. Opis zaniku izotopu promieniotwórczego posługując się pojęciem półrozpadu (półzaniku). Prawo rozpadu promieniotwórczego jąder. Wyjaśnianie zasady datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ^{14}C .
- 2.8. Opis wybranego sposobu wykrywania promieniowania jonizującego, komputerowo wspomagany pomiar promieniowania jonizującego przy pomocy licznika GM.
- 2.9. Wyjaśnianie wpływu promieniowania jądrowego na materię (zależność od odległości od źródła promieniowania, wyznaczanie współczynnika pochłaniania promieniowania) oraz na organizmy żywe.

Etap IV Liceum, poziom rozszerzony

Ruch punktu materialnego:

- 1.2. Opis ruchu względem różnych układów odniesienia.
- 1.3. Obliczanie prędkości względnych dla ruchów wzdłuż prostej.
- 1.4. Wykorzystywanie związków pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu.
- 1.5. Wspomagane komputerowo rysowanie i interpretowanie wykresów parametrów ruchu od czasu.
- 1.6. Obliczanie parametrów ruchu w swobodnym spadku i rzutach pionowych.
- 1.8. Wyjaśnianie zachowania się ruchu ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki.
- 1.10. Wykorzystywanie zasady zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu.
- 1.12. Posługiwanie się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał.
- 1.14. Obliczanie parametrów w ruchu jednostajnym po okręgu. Interpretowanie wektorów prędkości i przyspieszenia dośrodkowego.

1.15. Analizowanie ruchu ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego.

Propozycja dodatkowa:

Analizowanie ruchu ciał w trzech wymiarach na przykładzie rzutu pionowego i spadku.

Energia mechaniczna:

- 3.1. Obliczanie pracy siły na danej drodze.
- 3.2. Obliczanie wartości energii kinetycznej i potencjalnej ciał.
- 3.3. Wykorzystanie zasady zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.
- 3.4. Obliczanie mocy urządzeń.
- 3.5. Stosowanie zasady zachowania energii do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.

Termodynamika:

- 5.2. Interpretacja założeń gazu doskonałego i stosowanie równania gazu doskonałego do wyznaczenia parametrów gazu.
- 5.3. Opis przemian: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej.
- 5.4. Interpretacja wykresów przemian gazu doskonałego.
- 5.12. Odróżnianie wrzenia od parowania powierzchniowego; analiza wpływu ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy.
- 5.13. Wykorzystywanie pojęcia ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

Ruch harmoniczny i fale mechaniczne:

- 6.1. Analiza ruchu pod wpływem sił sprężystości, przykłady takiego ruchu.
- 6.4. Obliczanie okresu drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego.
- 6.5. Interpretacja wykresów położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym.
- 6.7. Opis zjawiska rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach.
- 6.8. Opis przemian energii kinetycznej i potencjalnej od czasu w ruchu drgającym.
- 6.12. Opis zjawiska interferencji fal.

6.13. Opis fali stojących i ich związek z falami biegnącymi (na przykładzie fal ultradźwiękowych).

Pole elektryczne:

- 7.7. Opis pola kondensatora płaskiego, wyznaczanie napięcia.
- 7.10. Obliczanie pracy potrzebnej do naładowania kondensatora.
- 7.12. Opis wpływu przewodnika na pole elektryczne, wyjaśnianie działania piorunochronu i klatki Faradaya.

Prąd stały:

- 8.3. Rysowanie charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, podlegającego prawu Ohma.
- 8.4. Stosowanie prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.
- 8.5. Obliczanie oporu zastępczego oporników połączonych szeregowo lub równolegle.
- 8.7. Opis wpływu temperatury na opór metali i półprzewodników.
- 8.8. Analiza pracy prądu elektrycznego, przemiany energii elektrycznej w ciepło.

Magnetyzm, indukcja elektromagnetyczna:

- 9.4. Opis wpływu materiałów magnetycznych (ferromagnetyków) na pole magnetyczne.
- 9.5. Opis zachowania się materiałów ferromagnetycznych.
- 9.8. Obliczanie strumienia indukcji magnetycznej przez powierzchnię.
- 9.10. Wykorzystywanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej do obliczania siły elektromotorycznej.
- 9.13. Opis prądu przemiennego (natężenie, napięcie, częstotliwość).
- 9.14. Opis działania diody jako prostownika.
- 9.15. Opis zjawiska samoindukcji.

Propozycje dodatkowe:

- wyznaczanie przenikalności magnetycznej substancji,
- badanie prawa indukcji Faraday'a.

Fale elektromagnetyczne i optyka:

- 10.3. Opis doświadczenia Younga.
- 10.4. Wyznaczenie długości fali przy użyciu siatki dyfrakcyjnej.

Fizyka atomowa i kwanty światła:

11.1. Opis zjawiska fotoelektrycznego.

Oprócz wiedzy z wybranych działów fizyki uczniów po kursie rozszerzonym w liceum powinien posiadać następujące umiejętności nabyte dzięki KWE.

1. Znać zasady wykonywania wykresów (właściwe oznaczenie osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych).
2. Znać zasadę interpolacji, ocenić wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli także za pomocą wykresu.
3. Umieć dopasować prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenić trafność tego postępowania; obliczyć wartości współczynników a i b (ocena ich niepewności nie jest wymagana).
4. Znać podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacować niepewność pomiaru, znać i rozumieć pojęcie niepewności względnej, wskazać wielkość, której pomiar ma decydujący wkład w niepewność wyniku prowadzonych obliczeń).
5. Umieć szacować wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie zanalizować realność otrzymanego wyniku.

Powyższe umiejętności powinny być opanowane w trakcie przeprowadzonych doświadczeń i pomiarów EWK (patrz wyżej).

Zalecane doświadczenia:

- badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego lub jednostajnie zmiennego;
- badanie spadku swobodnego;
- pomiar przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła;
- badanie ruchu harmonicznego;
- badanie zależności częstotliwości drgań struny od jej długości (uwaga, ten pomiar wymaga komputera z łatwo dostępnym oprogramowaniem);
- pomiar prędkości dźwięku;
- pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki i ewentualnie diody;
- pomiar pojemności kondensatora lub indukcyjności zwojnicy metodą rezonansu;
- pomiar długości fali światła laserowego w doświadczeniu Younga

lub z siatką dyfrakcyjną; ewentualnie pomiar odległości między szczelinami na siatce dyfrakcyjnej, pomiar odległości między ścieżkami na płycie CD itd.).

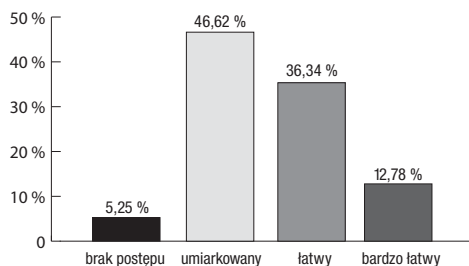
5. Czy TIK jest stosowana na lekcjach fizyki? Diagnoza, potrzeby.

Jak już wspomniano w poprzednim rozdziale, w ramach międzynarodowego projektu EU ISE opracowano wspólne narzędzie – kwestionariusz do badania stanu i efektywności nauczania przedmiotów przyrodniczych wspomaganego TIK. Badania te zostały przeprowadzone również w Polsce na próbie 97 nauczycieli. Ich wyniki przedstawiamy poniżej.

W badaniach tych brali udział głównie nauczyciele liceów i gimnazjów, w 73% zlokalizowanych w miastach i miasteczkach, a 62% spośród nich stanowiły kobiety. Jak można się było spodziewać, najwięcej respondentów pochodziło z grupy nauczycieli fizyki, kolejnymi byli nauczyciele chemii, biologii, matematyki i przyrody. Ich staż pracy był następujący: mniej niż 5 lat – 19%, 6–10 lat – 25%, 11–15 lat – 21%, 16–25 lat – 25%, więcej niż 25 lat – 10%; stopień awansu zawodowego: stażysty – 10%, nauczyciele kontraktowi – 17%, nauczyciele mianowani – 34%, nauczyciele dyplomowani – 38% i 1 profesor oświaty. Byli to więc w większości nauczyciele dobrze przygotowani zawodowo i z dużym stażem pracy.

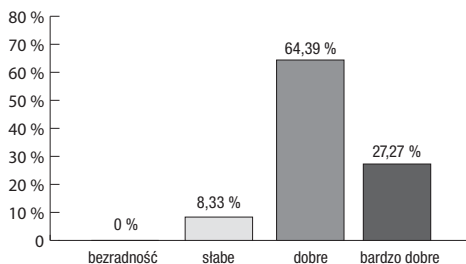
W niniejszych badaniach interesowało nas w jakim stopniu badani mają dostęp do narzędzi TIK i jak oceniają swoje kompetencje w zakresie użycia tych narzędzi w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych. Wyniki tych badań przedstawiają diagramy 5.1. i 5.2.

Jaki masz dostęp do narzędzi TIK w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych w szkole?



Rys. 5.1. Dostęp nauczycieli do narzędzi TIK

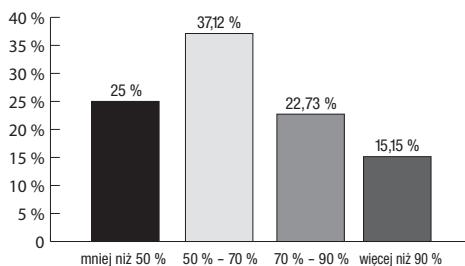
Moje kompetencje w użyciu narzędzi TIK w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych



Rys. 5.2. Samoocena kompetencji nauczania wspomaganego TIK

Jak widać z diagramu 5.2., wśród badanych nie było „bezradnych”, a samoocena aż 65% z nich była dobra i 27% bardzo dobra. Odpowiedź na następane pytanie „Ilu Twoich uczniów używa TIK regularnie w domu?” jest przedstawiona na rysunku 5.3.

Ilu Twoich uczniów używa TIK regularnie w domu



Rys. 5.3. Ilość uczniów używających TIK regularnie w domu

W tabeli 5.1. zebrano poglądy nauczycieli na możliwości wykorzystania TIK w nauczaniu.

5. CZY TIK JEST STOSOWANA NA LEKCJACH FIZYKI? DIAGNOZA, POTRZEBY.

Tab. 5.1. Pogląd na możliwości wykorzystania TIK w nauczaniu

Nr	Stwierzenie kwestionariusza badań	W pełni się zgadzam			Całkowicie się nie zgadzam
1.	Sądzę, że dzięki TIK nauczanie przedmiotów przyrodniczych może być bardziej efektywne.	95	31	3	5
2.	Pozytywna rola TIK w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych jest wyolbrzymiona.	7	19	31	65
3.	Większość zasobów TIK przyniesie efekty w postaci lepszego nauczania.	59	66	3	7
4.	Nie mam czasu na używanie zasobów TIK na moich lekcjach.	7	22	44	56
5.	Posiadam umiejętność właściwego wykorzystania środków TIK na moich lekcjach.	66	49	9	7
6.	TIK radykalnie zmieniło sposób nauczania przeze mnie przedmiotów przyrodniczych.	24	61	28	8
7.	TIK przynosi szczególne korzyści uczącym się powoli.	26	73	28	5
8.	TIK przynosi szczególne korzyści uczącym się szybko.	48	63	17	5
9.	TIK przynosi szczególne korzyści uczniom niezależnym.	76	39	9	6
10.	TIK przynosi szczególne korzyści w ocenianiu uczenia się.	31	64	28	9
11.	TIK przynosi szczególne korzyści powodując, że nauczanie przedmiotów przyrodniczych bardziej interesujące.	85	37	8	4
12.	TIK może rozwinąć współpracę między uczniami.	64	56	8	4
13.	TIK powoduje, że uczenie jest bardziej kontekstowe (złożone).	47	58	19	6
14.	TIK powoduje, że uczenie ma charakter konstruktywistyczny (uczniowie biorą aktywny udział w procesie nauczania).	63	58	6	5
15.	TIK powoduje, że uczenie jest bardziej zorientowane na cel.	36	81	12	3
16.	TIK powoduje, że uczenie się jest bardziej aktywne (uczniowie są aktywni w planowaniu i uczeniu się).	48	73	6	3
17.	TIK powoduje, że uczenie się jest odniesione do konkretnej sytuacji.	39	64	23	4
18.	TIK pomaga uczniom w ich samoocenie.	35	64	24	9
19.	TIK przeszkadza w procesie uczenia się.	8	6	15	102
20.	TIK powoduje, że uczenie się ma charakter badawczy.	41	63	17	6
21.	TIK zachęca uczniów do uczenia się /studiowania materiałów drukowanych.	37	43	37	13
22.	TIK pomaga nauczycielowi zrealizować program nauczania.	44	64	18	7
23.	Ja przekonuję Dyрекcję szkoły, aby zakupiła mi więcej środków TIK do wspomagania nauczania.	63	45	14	8
24.	Dyrekcja szkoły motywuje mnie do używania środków TIK w nauczaniu.	31	44	33	23

Na uwagę zasługuje fakt bardzo pozytywnego stosunku nauczycieli do wykorzystania TIK w nauczaniu (aż 85 odpowiedzi zawiera stwierdzenie, że użycie TIK przyniesie szczególne korzyści, dzięki temu, że nauczanie przedmiotów przyrodniczych będzie bardziej interesujące i aktywne, a 95 badanych stwierdza, że dzięki TIK nauczanie przedmiotów przyrodniczych może być bardziej efektywne). Większość respondentów wierzy, że TIK przyniesie korzyści zarówno uczniom uczącym się powoli, uczącym się szybko jak i uczniom niezależnym, oraz że TIK może rozwinąć współpracę między uczniami. Natomiast, jedynie ok. 40% z nich uważa, że uczenie się wspomagane TIK może mieć charakter badawczy oraz że może pomóc nauczycielowi zrealizować program nauczania (Podstawę programową). Interesujące jest również to, że w większości przypadków, to nie Dyrekcja szkoły motywuje nauczyciela do używania TIK w nauczaniu, a nauczyciele przekonują Dyrekcję o konieczności zakupu środków TIK dla szkoły.

Z tabeli 5.2. można się dowiedzieć, czy nauczyciel ma w klasie dostęp do odpowiednich (i jakich) narzędzi TIK.

Tab. 5.2. Dostępność w swojej klasie do poszczególnych narzędzi TIK

Nr	Stwierdzenie kwestionariusza badań	Nigdy			Zawsze
1.	Jednego lub kilku komputerów (mniej niż jeden na 4 uczniów).	44	15	28	42
2.	Prawie wystarczającej liczby komputerów (więcej niż jeden na 4 uczniów).	62	21	23	22
3.	Połączenia z Internetem.	28	11	23	72
4.	Małej ilości środków EWK (rejestratory danych) narzędzi i czujników.	65	16	20	26
5.	Wystarczającej ilości środków EWK (rejestratory danych) narzędzi i czujników.	81	20	22	6
6.	Interaktywnej tablicy.	118	7	5	1
7.	Kamery cyfrowej.	83	21	13	13
8.	Mikroskopu cyfrowego.	118	6	2	4
9.	Projektoru komputerowego lub wystarczająco dużego ekranu/monitora.	33	19	36	43

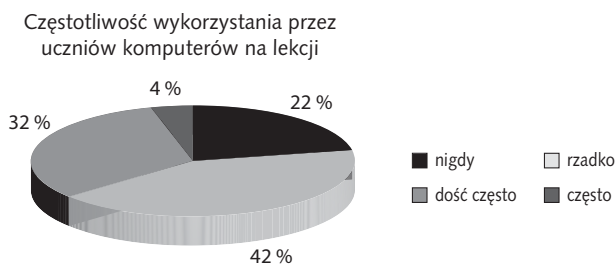
Jak można zauważyć, tylko ok. $\frac{1}{4}$ badanych nauczycieli posiada w swojej klasie więcej niż 1 komputer na 4 uczniów i taka sama w przybliżeniu liczba nauczycieli dysponuje niewielką ilością środków do stosowania metody EWK na swoich lekcjach, a tylko 1 osoba dysponuje tablicą interaktywną, a 4 osoby posiadają mikroskop

cyfrowy. Jednakże pocieszającym jest fakt, że ok. ½ badanych nauczycieli posiada do swojej dyspozycji projektor komputerowy.

Kolejnych 25 pytań dla nauczycieli dotyczyło następujących zagadnień:

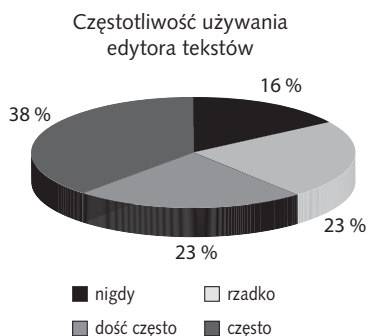
- Jak często używasz TIK w nauczaniu?
- Czy TIK używasz tylko do demonstracji, czy raczej uczniowie pracują z TIK np. równym frontem?
- Jakie z narzędzi TIK wykorzystujesz najczęściej, a jakie rzadko lub nigdy?

Odpowiedzi na te pytania zostały zamieszczone na poniższych diagramach (rys. 5.4.–5.28.).

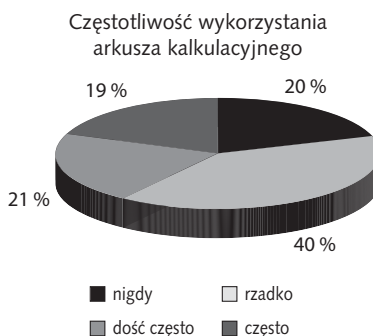


Rys. 5.4.

Jak widzimy z rys. 5.4., dość często i często komputerów dla celów edukacyjnych używa tylko 36% nauczycieli, 42% z nich używa ich rzadko, a 22% nigdy.

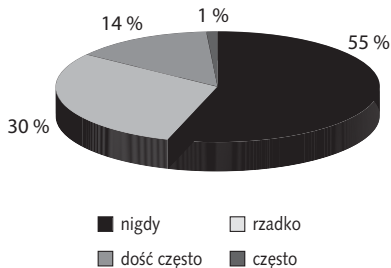


Rys. 5.5.



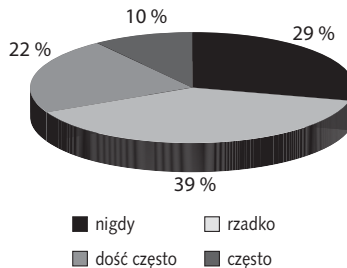
Rys. 5.6.

Częstotliwość wykorzystania programów do oceniania uczniów



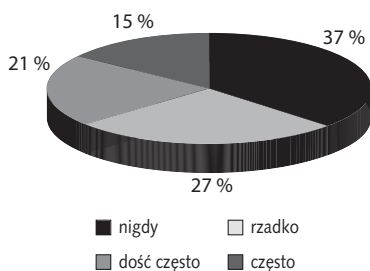
Rys. 5.7.

Częstotliwość wykorzystania programów do tworzenia prezentacji



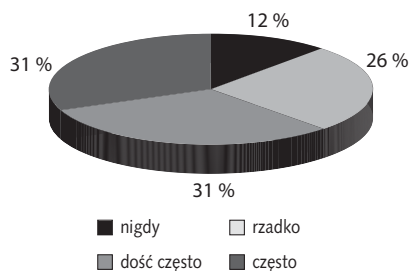
Rys. 5.8.

Częstotliwość wykorzystania symulacji



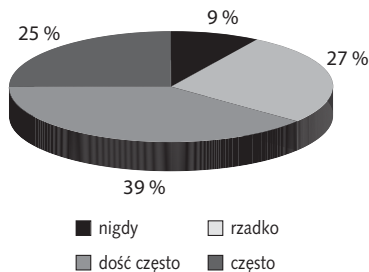
Rys. 5.9.

Częstotliwość uczenia z wykorzystaniem zasobów WWW



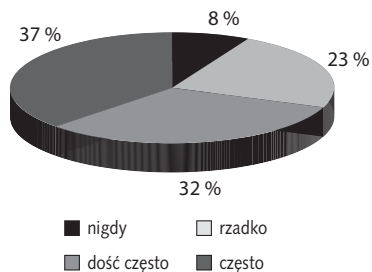
Rys. 5.10.

Częstotliwość wykorzystania multimedialnych CD-ROMów



Rys. 5.11.

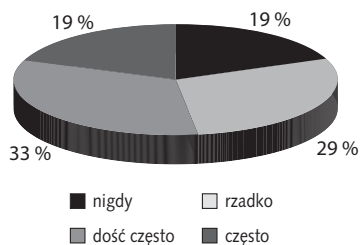
Częstotliwość wykorzystania wyszukiwarek internetowych



Rys. 5.12.

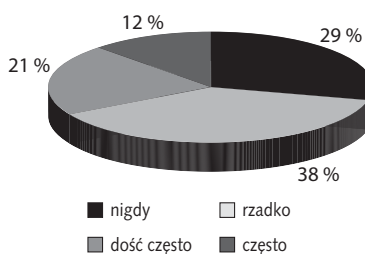
5. CZY TIK JEST STOSOWANA NA LEKCJACH FIZYKI? DIAGNOZA, POTRZEBY.

Częstotliwość wyszukiwania informacji w wyspecjalizowanych bazach danych dostępnych przez internet



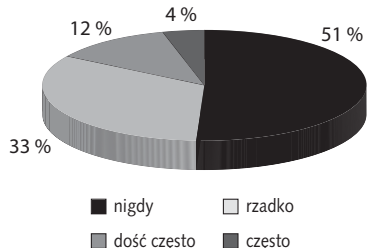
Rys. 5.13.

Częstotliwość korzystania z poczty elektronicznej



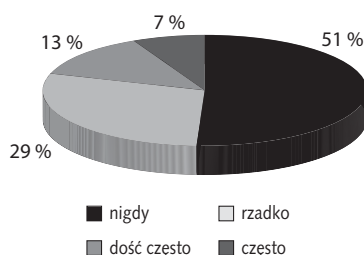
Rys. 5.14.

Częstotliwość tworzenia własnych materiałów dydaktycznych w formie stron WWW



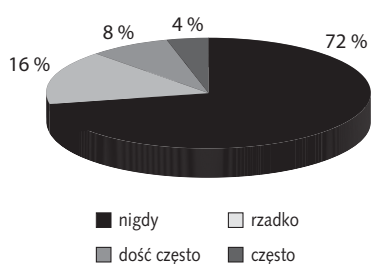
Rys. 5.15.

Częstotliwość tworzenia i publikowania materiałów multimedialnych



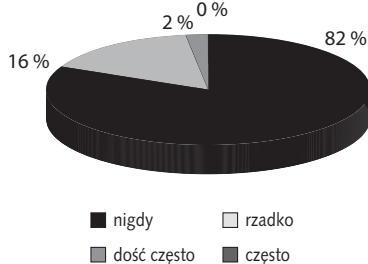
Rys. 5.16.

Częstotliwość korzystania z kanałów IRC lub czatu



Rys. 5.17.

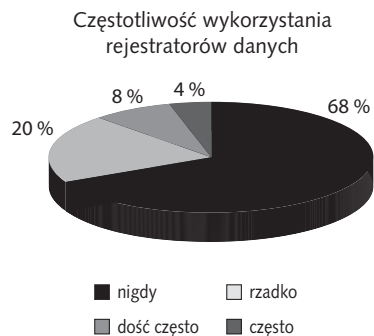
Częstotliwość korzystania z systemów zarządzania uczeniem się



Rys. 5.18.



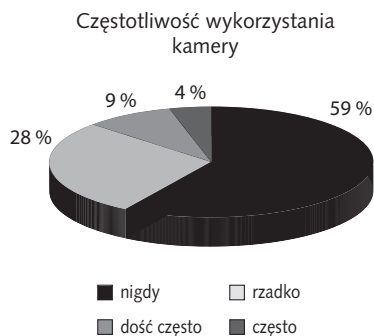
Rys. 5.19.



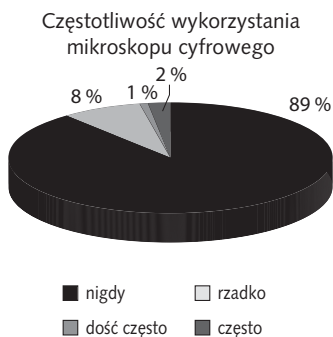
Rys. 5.20.



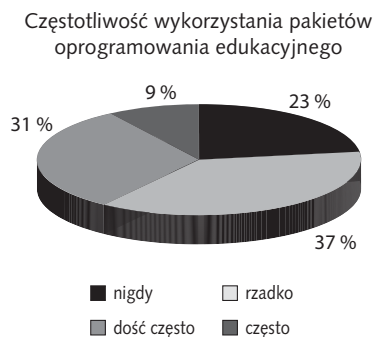
Rys. 5.21.



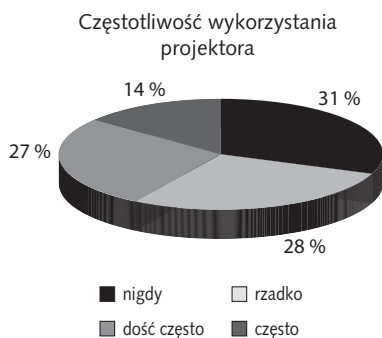
Rys. 5.22.



Rys. 5.23.



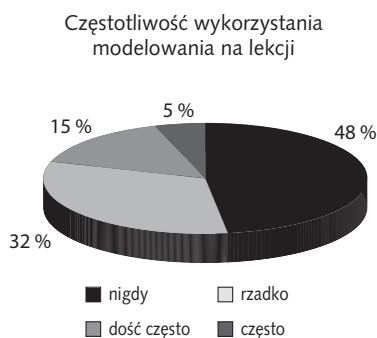
Rys. 5.24.



Rys. 5.25.



Rys. 5.26.



Rys. 5.27.



Rys. 5.28.

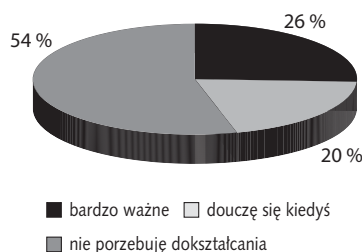
Z przeprowadzonych i przedstawionych powyżej badań okazało się, że nauczyciele, a tym samym ich uczniowie najczęściej wykorzystują wyszukiwarki internetowe (69%), CD-ROMy (64%), zasoby WWW (62%), edytory tekstu (61%) i uzyskują informacje z internetowych baz danych (52%). Zaskakująco mała liczba nauczycieli korzysta z poczty elektronicznej (67% nigdy lub rzadko używa poczty e-mail). Aż 84% nauczycieli nie wykorzystuje na lekcjach nigdy, lub rzadko, materiałów edukacyjnych z portali WWW. Aż 72% nauczycieli nigdy nie używało IRC-a ani czatu. 82% badanych nie używało systemów zarządzania uczeniem się, a 91% nigdy nie brało udziału w wideokonferencjach. Bardzo mało nauczycieli (tylko ok. 20%) kiedykolwiek tworzyło własne materiały edukacyjne z wykorzystaniem TIK i tylko

12% stosowało na lekcji metodę eksperymentów wspomaganých komputerem. Jak już wspomniano tablicę interaktywną używał tylko 1 nauczyciel, kamerę cyfrową używało 12% nauczycieli, mikroskop cyfrowy – 3%, interaktywne wideo – 5%, nauczanie na odległość – 7%, metodę interaktywnego wideo – 5%, a modelowanie – 20% nauczycieli.

Interesującym problemem z punktu widzenia planowania szkoleń (w celu kształcenia i rozwoju) dotyczących wykorzystania TIK w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych dla nauczycieli było zbadanie ich potrzeb w tym zakresie. Łatwo można było je określić analizując odpowiedzi nauczycieli zawarte na poniższych diagramach (rys. 5.29.– 5.36.).

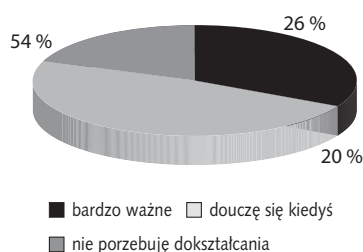
Potrzeby do kształcenia i rozwoju w zakresie TIK

Potrzeby poszerzania umiejętności w zakresie pracy z Internetem



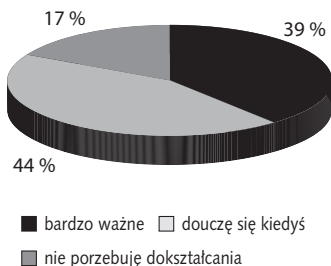
Rys. 5.29.

Potrzeba dokoształcenia w zakresie rejestracji danych



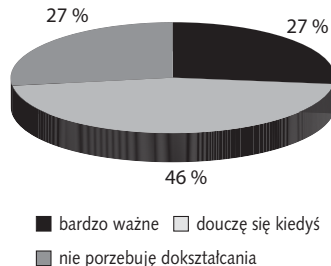
Rys. 5.30.

Potrzeba szkolenia w zakresie pracy z interaktywną tablicą



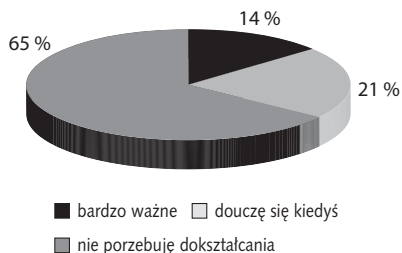
Rys. 5.31.

Potrzeba szkolenia w zakresie pracy z kamerą



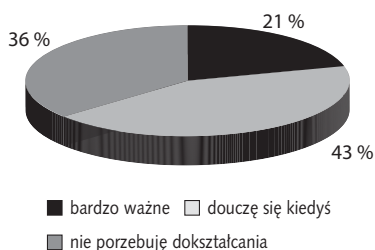
Rys. 5.32.

Szkolenie w zakresie pracy z programami do tworzenia prezentacji



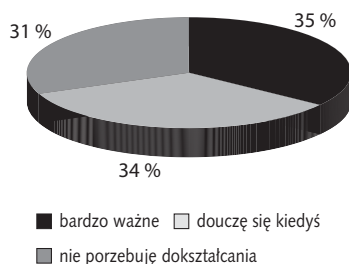
Rys. 5.33.

Potrzebuję w zakresie szkoleń w pracy z pakietami oprogramowania edukacyjnego



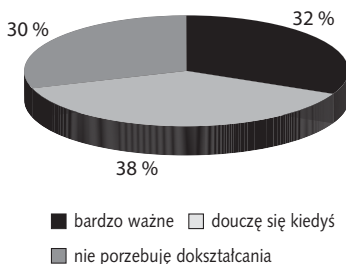
Rys. 5.34.

Potrzebuję w zakresie szkoleń z wykorzystaniem TIK na lekcjach



Rys. 5.35.

Potrzebuję szkolenia w zakresie „prawa komputerowego”



Rys. 5.36.

Jak widzimy z powyższych diagramów, 54% nauczycieli uważa, że nie potrzebuje poszerzać swoich umiejętności w zakresie pracy z komputerem. Natomiast ok. 30% z nich wskazuje na potrzebę szkolenia w zakresie pracy z kamerą, w zakresie pracy z pakietami oprogramowania edukacyjnego, w zakresie różnych metod wykorzystania TIK na lekcjach oraz w zakresie „prawa komputerowego”. Aż 2/3 nauczycieli nie potrzebuje doksztalcenia w zakresie pracy z programami do tworzenia prezentacji, jednakże aż 83% z nich wyraża chęć szkolenia w zakresie pracy z interaktywną tablicą, a **81% chciałoby odbyć szkolenie w zakresie rejestrowania i opracowywania danych pomiarowych.**

Otrzymane ze wszystkich powyższych badań wyniki pozwoliły przy okazji określić warunki sprzętowe polskich szkół oraz tzw. „umiejętności komputerowe” i z zakresu metodyki wykorzystania TIK na lekcjach przedmiotów przyrodniczych, co może być przydatne podczas planowania przydatnych i efektywnych szkoleń dla nauczycieli.

Więcej informacji na temat wyników międzynarodowego projektu EU ISE można znaleźć na stronie http://www.fizyka.umk.pl/~pdf/EU_ISE. Należy jednak pamiętać, że sytuacja w zakresie wykorzystania TIK na lekcjach w polskich szkołach zmienia się dynamicznie i prawdopodobnie przedstawione powyżej wyniki byłyby już nieco inne.

6. SONDY GO (SONDA 3 i SONDA 4), ich możliwości i opis merytoryczno-techniczny

Informacje ogólne

Na podstawie doświadczeń Pracowni Dydaktyki Fizyki Instytutu Fizyki UMK w Toruniu z wykorzystaniem autonomicznych rejestratorów danych (SOND GO) do celów edukacyjnych możemy stwierdzić, że urządzenia te spełnią swoją rolę, gdy:

- będą mogły autonomicznie przez odpowiednio długi okres czasu (np. kilka dni) zbierać dane dotyczące np. parametrów opisujących stan środowiska (temperatura, wilgotność, ciśnienie, natężenie dźwięku, natężenie światła, w tym promieniowania UV lub/i IR, natężenie promieniowania jonizującego, koncentracja tlenu, dwutlenku węgla, pH i inne);
- nie będą tracić zapisanych danych z pomiarów, np. w przypadku rozładowania się baterii lub nieumyślnego błędu użytkownika;
- w celu dokonania konkretnych, zamierzonych pomiarów, łatwo będą mogły być zaprogramowane i program ten będzie działał przez długi czas, bez dodatkowego zasilania z zewnątrz;
- będą poręczne, lekkie, „przyjazne dla użytkownika”, odporne na mogące nieraz wystąpić „trudne” warunki środowiskowe i niezbyt drogie.

Dysponując takimi urządzeniami, przy podłączeniu do nich odpowiednich czujników do pomiaru wartości różnorodnych wielkości fizycznych, można zaplanować wiele interesujących lekcji nie tylko z fizyki, ale również z zakresu biologii, chemii i geografii w szkole średniej, czy przyrody w szkole podstawowej i średniej (por. *Nową podstawę programową*) i zajęć o charakterze interdyscyplinarnym. Oto kilka przykładów:

1. Poznanie zasady działania i sposobów wykorzystania systemu satelitarnego GPS (Global Positioning System).
2. Pomiar poziomu hałasu w środowisku (w tym środowisku szkolnym).
3. Pomiar wilgotności powietrza oraz badanie zjawisk cieplnych (spalanie, parowanie, przekazywanie energii w postaci ciepła, nagrzewanie się ciał i chłodzenie (stygnięcie), zamarzanie, topnienie).
4. Badanie natężenia oświetlenia, natężenia promieniowania ultrafioletowego po przejściu przez materiały pochłaniające (w tym kremy z filtrami do opalania) i natężenia promieniowania podczerwonego.
5. Badanie promieniowania jonizującego w środowisku.
6. Badanie parametrów atmosfery decydujących o warunkach pogodowych (temperatura, wilgotność, ciśnienie, zachmurzenie).
7. Wpływ różnych czynników na szybkość reakcji chemicznych.
8. Badanie procesu fermentacji mleka.
9. Badanie wpływu wybranych leków na pH soku żołądkowego.
10. Monitorowanie fotosyntezy i oddychania roślin.
11. Monitorowanie procesu kiełkowania roślin.
12. Badanie jakości wody (kwaśne deszcze).

Zestawy czujników do wykorzystania z SONdami 3 i 4

Na tym etapie realizacji projektu Fizyka jest ciekawa zostały przygotowane dla nauczycieli fizyki 2 zestawy SOND pomiarowych współpracujących z komputerem – SONDa 3 i SONDa 4.

Zestaw I (SONDa 3) – walizka I:

1. **datalogger – autonomiczny rejestrator danych – SONDa 3,**
2. czujnik temperatury od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ (3x),
3. czujnik wilgotności,

4. czujnik ciśnienia (różnicowy),
5. czujnik natężenia dźwięku,
6. czujnik natężenia światła widzialnego.

Zestaw II (SONDA 4) – walizka II:

1. **dopplerowski detektor ruchu (DDR) z nadajnikiem i odbiornikiem ultradźwięków – SONDA 4,**
2. czujnik siły,
3. czujnik promieniowania IR,
4. czujnik natężenia pola magnetycznego.

6.1 Opis SONDY 3 – datalogger (autonomiczny rejestrator danych)

SONDA 3 jest urządzeniem dydaktycznym dokonującym pomiarów warunków środowiskowych oraz parametrów wielkości fizycznych, badanych w doświadczeniach laboratoryjnych. Składa się ona z elementu bazowego, do którego w zależności od potrzeb dołącza się czujniki wartości różnych wielkości fizycznych.

Do SONDY 3 można dołączyć jednocześnie do 6 czujników. Mogą to być zarówno czujniki tej samej wielkości fizycznej jak i każdy z tych czujników może mierzyć inną wielkość. Przykładowo, podczas jednego pomiaru można podłączyć od 1 do 6 czujników temperatury, a podczas innego pomiaru można wybrać np.: czujnik temperatury, czujnik ciśnienia, czujnik wilgotności, czujnik natężenia dźwięku, światła widzialnego i czujnik podczerwieni.

Aktualnie mamy do dyspozycji następujące czujniki współpracujące z autonomicznym rejestratorem danych SONDA 3:

1. czujnik natężenia dźwięku (*Dżw.*),
2. czujnik natężenia światła widzialnego (*Św.widż.*),
3. czujnik światła IR (*IR*),
4. czujnik temperatury od -30 °C do $+120\text{ °C}$ (*t, max 120 °C*),
5. czujnik wilgotności (*Wilg.*),
6. czujnik ciśnienia (różnicowy) (*p*),
7. czujniki siły (*F*),

8. czujnik pola magnetycznego (zakres pomiarowy ± 2 kA/m, zakres pomiarowy $\pm 7,5$ kA/m) (*H*),
9. dopplerowski detektor ruchu (*ddr*).

Urządzenie to jest bardzo łatwe w obsłudze dzięki temu, że każdy z czujników może zostać podłączony do dowolnego portu SONDy 3 i zostanie rozpoznany automatycznie. Na wyświetlaczu urządzenia podana zostanie nazwa wielkości fizycznej, jaka jest mierzona danym czujnikiem, oraz jednostki w jakich podawany jest wynik pomiaru. Po rozpoczęciu pomiaru wyświetlana jest także wartość mierzonej wielkości fizycznej.

SONDa 3 pozwala na pracę w dwóch podstawowych trybach:

1. Zbieranie danych do pamięci wewnętrznej (bez konieczności podłączania komputera), a następnie w dowolnej chwili przesłanie zebranych danych do komputera. Tryb ten przeznaczony jest głównie do pracy poza laboratorium szkolnym. SONDa 3 może działać w tym trybie na zasilaniu bateryjnym, co umożliwi wykonanie pomiarów (doświadczeń, badań) w terenie.

2. Bezpośrednie przesyłanie wyników pomiaru do komputera. Ten tryb pracy przeznaczony jest głównie do pracy w laboratorium, ponieważ SONDa 3 jest podłączona do komputera (poprzez złącze USB) i zebrane dane są na bieżąco przesyłane i analizowane w komputerze. Oczywiście, ten tryb można także wykorzystać w terenie, jeśli mamy do dyspozycji komputer przenośny typu laptop.

Parametry urządzenia

Zakresy wartości mierzonych przez poszczególne czujniki SONDy GO umieszczone są w dokumentacji SONDy 3.

Częstotliwość, z jaką można wykonywać pomiary (czas pomiędzy kolejnymi próbkami) jest zależna od rodzaju podłączonego czujnika i ilości czujników. Maksymalna częstotliwość, z jaką można wykonać pomiary wynosi 200 kHz. Próbkując sygnał z taką częstotliwością można obejrzeć przebieg o częstotliwości do 20 kHz. Jednym z ciekawszych ćwiczeń przy wykorzystaniu tak dużej częstotliwości próbkowania jest oglądanie czasowych przebiegów dźwięku. Minimalna częstotliwość pomiaru (maksymalny czas pomiędzy pomiarami) wynosi 1 godzinę. Tak długi czas pomiędzy pomiarami wykorzystuje

się przy badaniach długookresowych (np. badanie temperatur w przeciągu kilku miesięcy).

Zainstalowana wewnątrz urządzenia pamięć pozwala na przechowywanie do 4 milionów pomiarów, jeśli były to pomiary z jednego czujnika. Pamięć ta jest „nieulotna”, co oznacza, że wyniki pomiarów są w niej zachowywane, nawet jeśli zostanie odłączone zasilanie (nawet wyjęcie baterii nie powoduje zaniku danych).

SONDa 3 posiada **niezależny zegar** z własnym zasilaniem. Dzięki temu nawet po odłączeniu zasilania, czy wyjęciu głównych baterii, po ponownym włączeniu urządzenia wartości daty i godziny wskazują aktualny czas. Pozwala to na szybkie przystąpienie do pomiarów. Aktualny czas jest ważnym parametrem SONdy 3, ponieważ dla każdej serii pomiarowej w nagłówku pliku podany jest między innymi czas i data rozpoczęcia pomiaru, ułatwia to analizę zebranych danych, nawet po długim czasie od ich wykonania.

Rozwojowość

SONDa 3 jest urządzeniem rozwojowym. Już na tym etapie, z tym urządzeniem mogą współpracować inne czujniki do projektowania doświadczeń wspomaganych komputerowo z zakresu biologii, chemii, fizyki, przyrody i ochrony środowiska. Są to np. czujniki: czujnik metanu [CH₄], czujnik alkoholu etylowego, czujnik tlenku węgla, czujnik czadu, czujnik dymu tytoniowego, czujnik butanu, czujnik toluenu, czujnik tlenu 1%, czujnik zawartości tlenu w wodzie, czujnik zawartości dwutlenku węgla w powietrzu i zawartości dwutlenku węgla w wodzie, czujnik amoniaku, czujnik wodoru H₂, czujnik siarkowodoru H₂S, czujnik propanu, butanu, uniwersalny czujnik palnych gazów – CH₄, uniwersalny czujnik alkoholu etylowego i innych rozpuszczalników organicznych, czujnik węglowodorów (C_xH_y – od C1 do C8), czujnik redox.

Ponadto, SONDa 3 została skonstruowana w taki sposób, że czujniki przygotowane do współpracy z SONDą, które pojawią się w przyszłości, będą również współpracować z urządzeniem, niezależnie od tego, jaką wielkość fizyczną będą mierzyły.

Dodatkowo, SONDa 3 ma możliwość aktualizacji oprogramowania

po podłączeniu układu do komputera. Dzięki temu użytkownicy będą mogli aktualizować oprogramowanie swoich urządzeń do najnowszych wersji oferowanych przez producenta.

6.2 Opis SONDY 4 – dopplerowski detektor ruchu (DDR)

Opis funkcjonalny

Wiele eksperymentów edukacyjnych, szczególnie z zakresu kinematyki i dynamiki wymaga możliwie szybkiego i dokładnego określenia położenia, prędkości i przyspieszenia swobodnie poruszających się obiektów. Dotychczas najczęściej do tego celu wykorzystywano tzw. „strategię nietoperza”, polegającą na pomiarze czasu potrzebnego do tego, aby impulsy ultradźwiękowe, po odbiciu od badanego obiektu, dotarły do odbiornika. Zastosowanie tej metody nie przeszkadza w swobodnym przemieszczaniu się obiektów, jednakże w praktycznych zastosowaniach ma ono pewne wady, wymienimy tylko niektóre z nich:

1. Rzeczywisty punkt odbicia impulsu nie jest zazwyczaj dobrze zdefiniowany, a ponadto zmienia się wraz ze zmianą odległości, poza przypadkiem, gdy duże płaskie obiekty poruszają się prostopadle w kierunku czujnika ultradźwiękowego.
2. W praktyce nieuniknione są odbicia od otaczających obiektów, zazwyczaj o porównywalnej intensywności lub nawet silniejsze niż echo pochodzące od badanego obiektu, co znacznie zmniejsza dokładność pomiarów i ich jednoznaczność.
3. Częstotliwość próbkowania jest ograniczona przez czas przebiegu impulsu i osiąga do 200 próbek na sekundę w najbardziej sprzyjających warunkach.

W Pracowni Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu rozwijana była technika pomiarowa, która wydaje się być bardziej korzystna dla aplikacji edukacyjnych. W porównaniu do poprzedniego, to podejście można określić jako „światlika”*. W tej metodzie „znaczymy” interesujące nas obiekty małym, autonomicznym nadajnikiem ultradźwiękowym, generującym ciągłą falę o znanej i stabilnej częstotliwości. W tym przypadku jedynie niewielka masa markera – znacznika (50–100 g) jest parametrem zaburzającym.

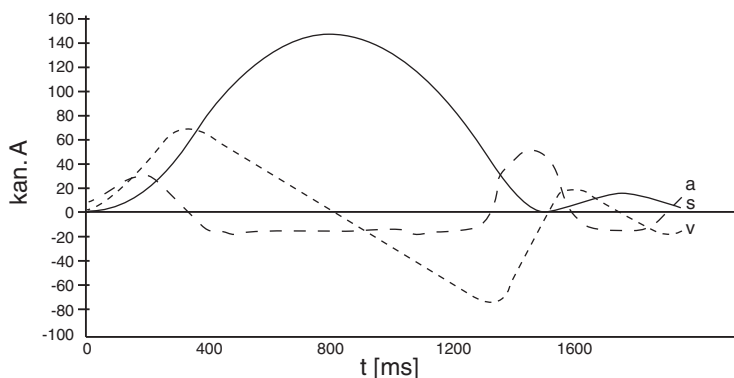
Natomiast takie podejście przynosi szereg istotnych korzyści:

- położenie znacznika, sztywno zamocowanego do interesującego nas obiektu jest dokładnie znane i stabilne w trakcie eksperymentu;
- sygnał otrzymany bezpośrednio od markera jest zazwyczaj znacznie silniejszy niż od ewentualnych odbić, ponadto sygnały odbite powodują jedynie pogorszenie czasowej rozdzielczości pomiaru; w rzeczywistości, dokładność pomiaru bez względu na odległość jest ograniczona tylko przez ewentualne turbulencje i zmiany temperatury w otaczającym powietrzu;
- częstotliwość próbkowania jest ograniczona jedynie przez szybkość operacji mikrokontrolera, również bez względu na odległość do obserwowanego obiektu;
- procedura pomiarowa jest z natury elastyczna, oferując np.: mody wielokanałowe, tryb różnicowy, ultradźwiękowe bramki lub nawet ultradźwiękową opcję „alarmu”.

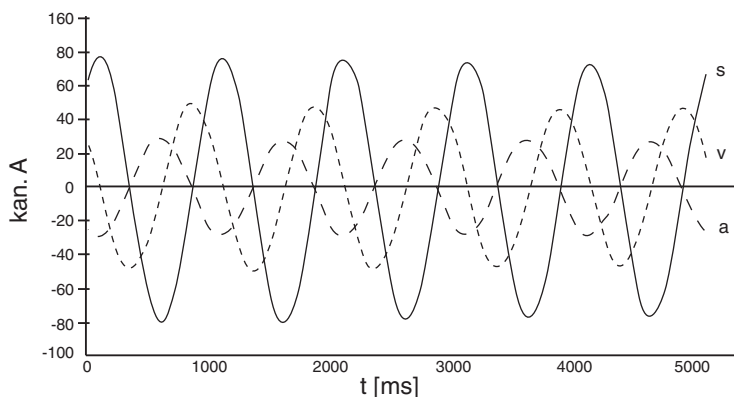
Dopplerowski detektor ruchu (DDR) umożliwia jednoczesny pomiar odległości i czasu poruszającego się obiektu w trzech niezależnych kanałach, co oznacza, że możemy mierzyć położenie, a także pochodne wielkości położenia, takie jak chwilowa prędkość i przyspieszenie. Układ ten może więc służyć do pomiarów położenia trzech niezależnych, swobodnie poruszających się obiektów, bądź też trzech niezależnych współrzędnych tego samego obiektu jednocześnie.

Opisywany wariant DDR jest kolejną, udoskonaloną i dostosowaną do aktualnych wymogów wersją układu pomiarowego opracowanego i stosowanego w Pracowni Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu od lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Poniżej (rys. 6.1. i 6.2.) zamieszczone zostały przykładowe wyniki pomiarów wykonane poprzednią wersją DDR.

* świetlik – latający owad z rodziny Lampyridae



Rys. 6.1. Wykresy położenia, prędkości i przyspieszenia samochodziku poruszającego się na szkolnej wersji równi Galileusza



Rys. 6.2. Wykresy położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchu harmonicznego wahadła

Metoda pomiaru zastosowana w DDR polega na precyzyjnej analizie zmian chwilowej fazy fali ultradźwiękowej generowanej przez nadajnik – marker punktu pomiaru, umieszczony na badanym obiekcie. Marker jest miniaturowym generatorem zasilanym z wewnętrznego źródła, emitującym ciągłą falę ultradźwiękową o kwarcowo stabilizowanej częstotliwości. Podczas pomiaru marker jest związany z jednoznacznie określonym punktem. DDR zapewnia dużą dokładność, nawet przy ewentualnej obecności odbić. Jedy- nym zakłóceniem wprowadzanym do pomiaru położenia obiektu

jest masa samego markera, która przy odpowiedniej konstrukcji może być zmniejszona poniżej 100 gramów. W uproszczonej wersji jako marker może być zastosowany prosty przetwornik ultradźwiękowy połączony z DDR przy pomocy giętkiego kabla. Ten wariant zapewnia maksymalną dokładność i absolutną stabilność zera, bardzo istotną przy długotrwałych pomiarach, aczkolwiek może być stosowany przy eksperymentach, w których łączący kabel nie stanowi istotnego ograniczenia. W jeszcze prostszej wersji (przy bardzo małej odległości do obiektu) marker można zastąpić pasywnym retro-reflektorem, odbijającym falę ultradźwiękową w kierunku odbiornika DDR. W kolejnej konfiguracji DDR może być wykorzystany jako trzy niezależne bramki ultradźwiękowe rejestrujące moment pojawienia się lub zaniku sygnału ultradźwiękowego z rozdzielczością ok. 1 milisekundy.

W porównaniu do podobnych układów działających na zasadzie radaru ultradźwiękowego, oferowanych przez wiodących producentów pomocy dydaktycznych, DDR pozwala osiągnąć ponad stukrotnie większą rozdzielczość czasową, jednoznaczność pomiaru niezależnie od odległości, znacznie większą odporność na zakłócenia wynikające z odbić fali ultradźwiękowej od otaczających przedmiotów, a także umożliwia programową zmianę konfiguracji. Pełne wykorzystanie właściwości DDR wymaga jednakże skonstruowania zaawansowanego programu dla nadrzędnego komputera, zdolnego odbierać i przetwarzać ciągły potok danych o szybkości ponad 60 kilobajtów na sekundę, udostępniając jednocześnie zaawansowane procedury do analizy prezentacji danych. Program taki w połączeniu z możliwościami DDR będzie jednak efektywnym narzędziem do projektowania wielu unikalnych eksperymentów dydaktycznych, niemożliwych do zrealizowania przy pomocy urządzeń aktualnie dostępnych w ofertach czołowych firm.

Opis techniczny

W czasie normalnej pracy, DDR w stałych odstępach czasu 150 mikrosekund, próbuje i przetwarza sygnały z trzech niezależnych przetworników ultradźwiękowych, generuje na trzech wyjściach sygnał odniesienia o stałej fazie i programowo kontrolowanej amplitudzie, oraz wysyła na wyjście USB pakiet bajtów reprezentujący

rezultat pomiaru w poprzednim elementarnym interwale przyjętym jako jednostka w lokalnej rachubie czasu.

Elementarny pakiet danych wyjściowych zawiera kolejno:

1. Identyfikator początku pakietu, oznaczony symbolem @.
2. Chwilową odległość, a dokładniej chwilową zintegrowaną fazę w postaci dwóch bajtów na kanał, pierwszy bajt mniej znaczący, w formacie binarnym w jednostkach jednej dwusetnej pełnego okresu, co odpowiada odległości około 43 mikrometrów.
3. Moment pomiaru, podobnie w postaci dwóch bajtów w jednostkach 150 mikrosekund z arbitralnie przyjętym punktem zerowym.
4. Bajt statusu sygnału wejściowego sygnalizujący brak, względnie saturację zbyt silnym sygnałem na określonym wejściu.

W innej, wybieranej programowo konfiguracji, zamiast zintegrowanej fazy wyprowadzana jest chwilowa faza i chwilowy współczynnik wypełnienia w kolejnych kanałach.

Pakiety danych są wysyłane bez przerwy jedynie z krótką pauzą między nimi, co oznacza że program nadrzędny powinien w ciągły sposób odbierać, identyfikować i przetwarzać ponad 66 kilobajtów na sekundę, obsługując jednocześnie procedury użytkownika do analizy i prezentacji danych. W razie potrzeby w dowolnym momencie można zmienić typ pracy DDR, wysyłając na wejście USB żądanie zmiany parametrów początkowych.

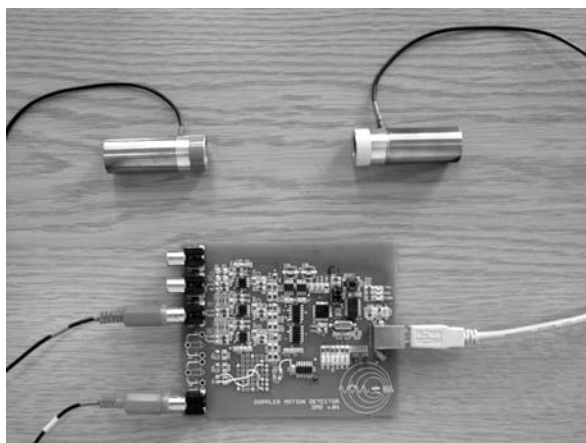
W poniższej tabeli zamieszczone zostały podstawowe parametry techniczne skonstruowanego w Toruniu dopplerowskiego detektora ruchu (DDR), pracującego w standardzie USB i porównano je z parametrami dostępnego również na polskim rynku detektora ruchu holenderskiej firmy CMA (Centre for Microcomputer Application).

Tabela 6.1. Porównanie parametrów technicznych detektora ruchu firmy CMA i toruńskiego dopplerowskiego detektora ruchu (DDR)

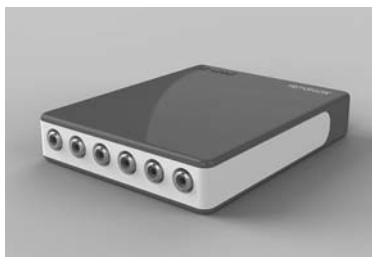
Dane techniczne	Detektor ruchu CMA	Toruński DDR
Zakres pomiarowy, min.	0,2 m	< 0,02 m
Zakres pomiarowy, max.	6 – 0 m	10 m (przy zastosowaniu zwierciadła ogniskującego sygnał może być zwiększony)
Maksymalna częstotliwość pomiaru	50 Hz (max. odległość detekcji – 2,1 m)	6666,6 Hz – stała

Dane techniczne	Detektor ruchu CMA	Toruński DDR
Rozdzielczość	1 mm	od 0,2 mm do ok. 10 μm (przy uśrednieniu ok. 10 próbek)
Typowa dokładność	$\pm 1,5$ mm	< 1 mm (pojedynczy pomiar)
Częstotliwość ultradźwięków	49,4 kHz, 15 cykli/impuls	40 kHz, fala ciągła
Apertura = (max. kąt)/2	W przybliżeniu 18° w stosunku do centralnej osi	W przybliżeniu 20° w stosunku do centralnej osi
Zasilanie	5 V zasilane przez USB (nie potrzeba adaptera)	tak samo
Prędkość ultradźwięków w powietrzu użyta do obliczenia położenia badanego obiektu	340 m/s	343,6 m/s przy 20 °C
Połączenie	Złącze USB	Złącze USB

Wygląd dopplerowskiego detektora ruchu, wyniki pomiarów



Rys. 6.3. Widok wnętrza – montaż płytki drukowanej DDR (SONDY 4) oraz czujników ultradźwiękowych



Rys. 6.4. Obudowa SONDY

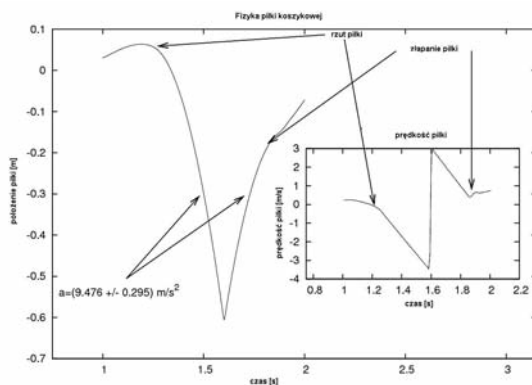


Rys. 6.5. Ultradźwiękowe czujniki DDR

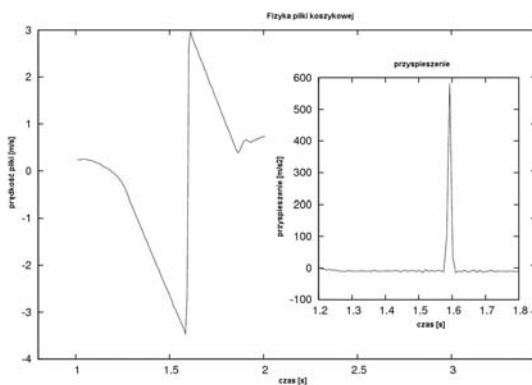
Unikalne przykłady zastosowania nowej wersji DDR do celów edukacyjnych

1. Badanie parametrów ruchu piłki do gry w koszykówkę

Jeden z czujników ultradźwiękowych DDR – miniaturowy nadajnik – umieszczamy na piłce, a odbiornik mocujemy na sztywnej ramie w odległości większej od 1,0 m od poziomu podłogi, a pomiar „on-line” położenia piłki rozpoczynamy po porzuceniu jej w kierunku podłogi. Wyniki pomiarów położenia i prędkości piłki podczas ruchu w dół przedstawione są na rys. 6.6., a prędkości i przyspieszenia piłki w pobliżu punktu zderzenia z podłogą na rys. 6.7. Interesującym jest fakt, że przy użyciu DDR można było zmierzyć czas oddziaływania piłki z podłożem, który wynosił ok. 0,6 ms, a przyspieszenie w tym momencie ponad 60 razy przekraczało przyspieszenie ziemskie g !



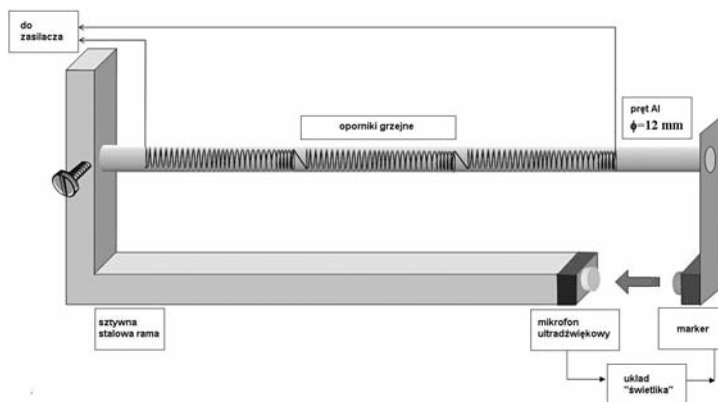
Rys. 6.6. Parametry fizyczne odbijającej się piłki – położenie i prędkość



Rys. 6.7. Parametry fizyczne odbijającej się piłki – prędkość i przyspieszenie

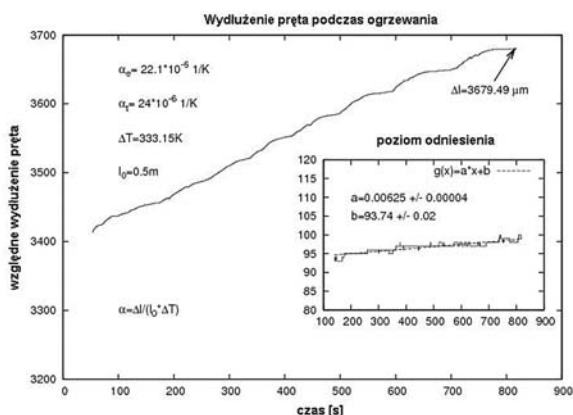
2. Badanie rozszerzalności termicznej pręta

Innym ciekawym (niemożliwym do ilościowych badań) eksperymentem jest możliwość pomiaru rozszerzalności termicznej metalowego pręta. Układ doświadczalny przedstawiony został na rys. 6.8.



Rys. 6.8. Urządzenie do badania rozszerzalności termicznej aluminiowego pręta

Zastosowanie do niniejszego pomiaru detektora DDR umożliwiło na zapisanie w pamięci rejestratora kilku tysięcy punktów pomiarowych, co pozwoliło na oszacowanie wydłużenia aluminiowego pręta podczas ogrzewania o 3,679 mm (rys. 6.9.).



Rys. 6.9. Względne wydłużenie pręta w czasie podczas ogrzewania

Ograniczenia

Przy pracy z DDR należy pamiętać, że mierzona zintegrowana faza zależy od odległości między markerem a odbiornikiem danego kanału, reprezentuje więc składową radialną, co ma znaczenie przy skośnym ruchu markera. Identyczne ograniczenie występuje też przy zastosowaniu detektorów ruchu działających na zasadzie radaru. W wypadku DDR możemy jednak mierzyć położenie markera z różnych punktów, wykorzystując niezależne kanały, co w razie potrzeby pozwala na rachunkowe skorygowanie wyniku pomiaru. Wynik pomiaru zintegrowanej fazy zależy również od temperatury otoczenia, ponadto fala ultradźwiękowa jest unoszona przez ruch powietrza, co może w specyficznych warunkach fałszować wyniki pomiarów. Zastosowanie metody różnicowego pomiaru fazy pozwala w znacznym stopniu zredukować te efekty.

Charakterystyczne ograniczenie występujące przy wykorzystaniu DDR wynika z tego, iż kanały są próbkowane w sposób dyskretny co 150 mikrosekund. Jeżeli w tym czasie nastąpi zmiana fazy przekraczająca połowę długości fali, to pomiar stanie się niejednoznaczny. W konkretnym przypadku oznacza to, iż w aktualnej wersji DDR nie jest w stanie w jednoznaczny sposób mierzyć położenia obiektów poruszających się z prędkością przekraczającą 100 km/godzinę. To tłumaczy dlaczego duża szybkość ruchu ma dla metody DDR tak istotne znaczenie.

Wreszcie, jako ciekawostkę warto zauważyć następujący fakt. Ponieważ informacja o chwilowej fazie w przypadku DDR jest przenoszona przez falę ultradźwiękową poruszającą się z prędkością w przybliżeniu milion razy mniejszą od prędkości światła, to przy pomocy DDR można „milion razy łatwiej” zademonstrować znane subtelne efekty obserwacyjne, wynikające z dużej, ale skończonej prędkości światła, jak np. efekt zmiany momentów zaćmień księżyców Jowisza, zaobserwowany przez Olego Rømera, będący pierwszym historycznie pomiarem szybkości światła.

7. Wybrane przykłady wykorzystania zestawów SONDa GO w nauczaniu fizyki

Jak już napisano poprzednio, metoda eksperymentów wspomaganých komputerem może być w nauczaniu efektywna, jeżeli opierała się będzie o wysoką jakość oddziaływujących ze sobą co najmniej czterech elementów: sprzętu komputerowego i wyposażenia dodatkowego, oprogramowania i metodyki wykorzystania EWK w procesie nauczania-uczenia się. W szczególności ten ostatni element może być opracowany jedynie przy ścisłej współpracy z praktykami – nauczycielami w szkole. Dzięki takiej współpracy zostały opracowane odpowiednie scenariusze (ich przykłady zamieszczamy w następnym rozdziale) eksperymentalnych zadań (ćwiczeń) do wspomaganiania nauczania fizyki.

Spis przykładowych zadań do zastosowania metody EWK

I. Wykorzystanie dataloggera (autonomicznego rejestratora danych) – SONDa 3

Gimnazjum

1. Generowanie fali akustycznej i wyznaczenie jej częstotliwości.
2. Obserwacja zjawiska dudnień fal akustycznych.
3. Hałas w najbliższym otoczeniu.
4. Badanie zjawiska topnienia i krzepnięcia wody.
5. Badanie zjawiska konwekcji w cieczech.
6. Badanie zjawiska przewodnictwa cieplnego w ciałach stałych.
7. Badanie przepływu energii na sposób ciepła i rola izolacji – krzywe chłodzenia.
8. Wymiana energii cieplnej z otoczeniem w zależności od wielkości powierzchni – promieniowanie ciepłe.
9. Wyznaczanie ciepła właściwego za pomocą czajnika elektrycznego lub grzałki o znanej mocy.
10. Badanie wilgotności powietrza w procesie spalania.

Szkoła ponadgimnazjalna

1. Przemiana izobaryczna.
2. Przemiana izotermiczna.

3. Przemiana izochoryczna.
4. Przewodnictwo cieplne.
5. Pomiar podciśnienia.
6. Absorpcja promieniowania elektromagnetycznego.
7. Zależność natężenia światła od odległości od źródła.
8. Zależność natężenia światła od kąta padania promieniowania świetlnego.
9. Oddziaływanie światła z materią.
10. Badanie natężenia światła w zależności od średnicy soczewki skupiającej.
11. Siły tarcia.
12. Składowa siły ciężkości na równi pochyłej.
13. Prawo Hooke'a.
14. Pomiar indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez prostoliniowy przewodnik z prądem elektrycznym.
15. Pomiar indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez kołowy przewodnik z prądem elektrycznym.

II. Wykorzystanie dopplerowskiego detektora ruchu (DDR) – SONDa 4

Szkoła ponadgimnazjalna

1. Badanie ruchu jednostajnego.
2. Badanie ruchu jednostajnego na równi pochyłej.
3. Badanie ruchu jednostajnie zmiennego na równi pochyłej.
4. Badanie ruchu modelu samochodu-zabawki.
5. Badanie ruchu jednostajnie zmiennego z użyciem bloczka stałego.
6. Badanie ruchu przewracającego się komina.
7. Badanie ruchu pod wpływem odkształcenia gąbki.
8. Wykorzystanie ruchu wahadła obrotowego Oberbecka do badania ruchu jednostajnie zmiennego.
9. Ruch wahadła w polu grawitacyjnym.
10. Drgania wahadła sprężynowego.
11. Zasada zachowania energii dla ruchu wahadła sprężynowego.

8. Propozycje scenariuszy zajęć dydaktycznych z użyciem zestawów SONDa GO w kontekście zapisów nowej podstawy programowej

Opracowane wspólnie z nauczycielami scenariusze lekcji (mogą to być również zajęcia pozalekcyjne) dotyczą wykorzystania SONDo 3 i SONDo 4 na poziomie gimnazjalnym i ponadgimnazjalnym. Poniżej zaprezentowano 14 przykładowych, wybranych z 36 doświadczeń (eksperymentów wspomaganych komputerem), które z powodzeniem można przeprowadzać na lekcjach fizyki, zarówno na poziomie gimnazjalnym, jak i ponadgimnazjalnym, realizując jednocześnie zalecenia nowej Podstawy programowej.

Przykładowe scenariusze zadań do zastosowania metody EWK w nauczaniu fizyki

I. Wykorzystanie dataloggera (autonomicznego rejestratora danych) – SONDa 3

Gimnazjum

- 1A. Generowanie fali akustycznej i wyznaczanie jej częstotliwości.
- 1B. Hałas w najbliższym otoczeniu.
2. Badanie przepływu energii w postaci ciepła i rola izolacji – krzywe chłodzenia.
3. Badanie wilgotności powietrza w procesie spalania.

Szkoła ponadgimnazjalna

1. Przemiana izotermiczna.
2. Siły tarcia.
- 3A. Pomiar indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez prostoliniowy przewodnik z prądem elektrycznym.
- 3B. Pomiar indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez kołowy przewodnik z prądem elektrycznym.

II. Wykorzystanie dopplerowskiego detektora ruchu (DDR) – SONDa 4

Szkoła ponadgimnazjalna

1. Badanie ruchu jednostajnego.
- 2A. Badanie ruchu jednostajnego na równi pochyłej.

- 2B. Badanie ruchu modelu samochodu-zabawki.
3. Badanie ruchu przewracającego się komina.
4. Ruch wahadła w polu grawitacyjnym.
5. Drgania wahadła sprężynowego.

8.1 Scenariusze, poziom gimnazjalny, SONDa 3

Temat 1A: Generowanie fali akustycznej i wyznaczenie jej częstotliwości

Podstawa programowa, III etap edukacyjny

Cele kształcenia – wymagania ogólne

II Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

6. Ruch drgający i fale
 - 4) Uczeń posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmoniczych oraz stosuje do obliczeń związku między tymi wielkościami.
 - 5) Uczeń opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych.
9. Wymagania doświadczalne
 - 13) Uczeń wytwarza dźwięk o większej i mniejszej częstotliwości od danego dźwięku za pomocą dowolnego drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie sposobu pracy z autonomicznym rejestratorem danych (datalogger).
2. Wykorzystanie aplikacji komputerowej współdziałającej z rejestratorem danych.
3. Utrwalenie podstawowych pojęć odnoszących się do drgań i fal.

Cele operacyjne

Uczeń nabywa umiejętności:

- zaplanowania i przeprowadzenia doświadczenia pozwalającego

wygenerować falę akustyczną o różnej częstotliwości za pomocą kamertonu i strun głosowych;

- uzyskania wyników pomiaru natężenia dźwięku w funkcji czasu;
- sporządzenia wykresu natężenia dźwięku w funkcji czasu;
- wyznaczenia amplitudy i obliczenia częstotliwości fali dźwiękowej za pomocą wykresu natężenia dźwięku w funkcji czasu;
- sformułowania wniosków dotyczących otrzymanych wyników.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerowo, demonstracja nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą lub w grupach pod kierunkiem nauczyciela.

Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opis w dalszej części opracowania), instrukcja do ćwiczeń.

Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

Wprowadzenie teoretyczne

Zaburzenia będące falą akustyczną to zmiany gęstości ośrodka materialnego, które rozchodzą się w postaci fali podłużnej. Zaburzeniu towarzyszą oscylacje cząsteczek ośrodka wokół położenia równowagi.

Pomiar parametrów charakteryzujących falę akustyczną może odbywać się za pomocą mikrofonu. Urządzenie to rejestruje zmiany ciśnienia ośrodka, przekształcając je w zmienne napięcie elektryczne. Rejestrowany sygnał elektryczny jest więc funkcją czasu $U(t)$.

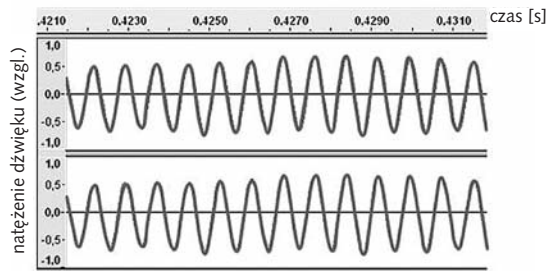
Źródłem fal dźwiękowych są ciała drgające z określoną częstotliwością. W zakresie 0–16 Hz są to infradźwięki, 16 – 20 000 Hz – dźwięki słyszalne przez człowieka oraz powyżej 20 000 Hz – ultradźwięki.

Falę dźwiękową możemy obrazowo przedstawić jako sinusoidę, którą charakteryzują takie parametry jak: częstotliwość, okres drgań, długość fali i prędkość rozchodzenia się w ośrodku. Wszystkie te wielkości związane są znanymi zależnościami:

$$f = \frac{1}{T}, \quad T = \frac{\lambda}{v}$$

gdzie f – częstotliwość drgań, T – okres drgań, v – szybkość rozchodzenia się fali w ośrodku, λ – długość fali.

Przebieg fali akustycznej w czasie przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Wykres obrazujący falę akustyczną (sinusoida)

Naszym zadaniem będzie obliczenie częstotliwości fali akustycznej wygenerowanej przez kamerton poprzez odczytanie okresu drgań oraz wyznaczenie amplitudy sygnału, która odpowiada wartości największego wychYLENIA z położenia równowagi.

Część doświadczalna

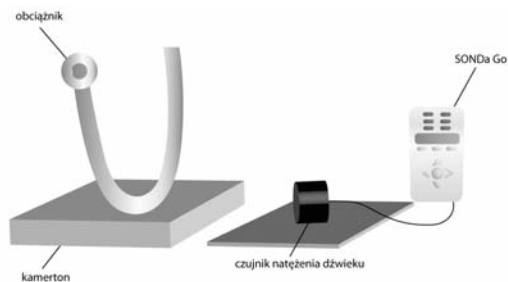
a) Zaplanowanie i przygotowanie zestawu pomiarowego

W skład zestawu pomiarowego wchodzi następujące elementy:

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik natężenia dźwięku,
- kamerton, metalowy obciążnik widełek stroikowych, młoteczek,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z dataloggerem.

b) Wykonanie doświadczenia

- Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 2.



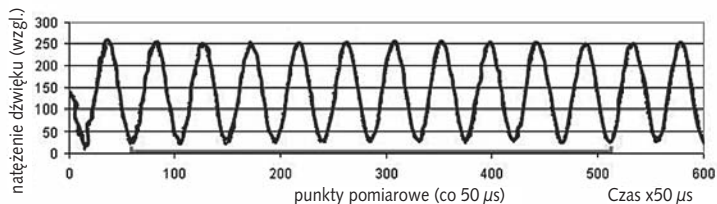
Rys. 2. Układ pomiarowy

1. Włącz rejestrator danych, wybierz przycisk pomiary, ustaw odpowiedni kanał z czujnikiem natężenia dźwięku, wybierz czas próbkowania $50 \mu\text{s}$, rozpocznij pomiar naciskając start.
2. Wygeneruj falę akustyczną uderzając młoteczkiem w widelki kamertonu. Podobny efekt dźwiękowy (jeśli nie dysponujemy kamertonem) można uzyskać za pomocą przeciągniętego gwizdnięcia.
3. Zakończ pomiar po kilku sekundach w celu uniknięcia rejestracji zbyt dużej ilości danych.
4. Powtórz pomiar zmieniając ustawienie obciążnika.

Opracowanie wyników i wnioski

1. Wyeksportuj otrzymane dane do aplikacji umożliwiającej sporządzenie wykresu natężenia dźwięku w funkcji czasu.
2. Sformułuj wnioski dotyczące otrzymanych wyników.

Przykładowe wyniki zostały przedstawione na rysunku 3.



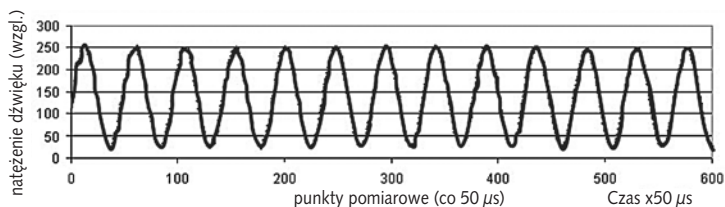
Rys. 3. Fala akustyczna wygenerowana przez kamerton (czas próbkowania $50 \mu\text{s}$)

Zmierzmy okres 10 drgań wygenerowanej fali akustycznej. W tym celu odczytamy z rysunku 3. odległość między zaznaczonymi punktami pomiarowymi (wynosi ona 453 punkty pomiarowe). Odczytaną wielkość mnożymy przez $0,00005 \text{ s}$ (dlatego, że czas próbkowania wynosi $50 \mu\text{s}$). Okres 10 drgań wynosi $0,02265 \text{ s}$. Dzieliąc otrzymaną wielkość przez 10 uzyskamy okres drgań fali dźwiękowej $T = 0,002265 \text{ s}$.

Wiedząc, że częstotliwość drgań jest odwrotnością okresu, otrzymujemy przewidywany wynik:

$$f = \frac{1}{T} \quad f = 441,5 \text{ Hz}$$

Założmy obciążnik na widełki kamertonu i zbadajmy jak zmieni się częstotliwość (Rys. 4).

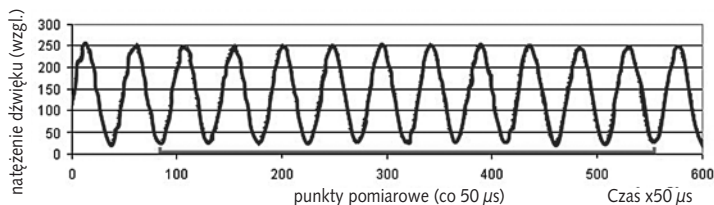


Rys. 4. Fala akustyczna wygenerowana przez kamerton z obciążnikiem (czas próbkowania $50 \mu s$).

Podobnie jak poprzednio, zmierzmy okres 10 drgań wygenerowanej fali akustycznej. Wynosi on $0,02355 s$. Dzieląc otrzymaną wielkość przez 10 uzyskamy okres drgań tej fali dźwiękowej $T = 0,002355 s$. Wiedząc, że częstotliwość drgań jest odwrotnością okresu otrzymujemy przewidywany wynik:

$$f = \frac{1}{T} \quad f = 424,6 \text{ Hz}$$

W celu wyznaczenia amplitudy sygnału fali akustycznej (rys. 5) obliczymy średnie maksymalne i minimalne wartości natężenia sygnału oraz obliczymy różnicę między nimi. Następnie otrzymany wynik podzielimy przez 2 uzyskując A_{sr} .



Rys. 5. Fala akustyczna wygenerowana przez kamerton.

$$\text{średnie } A_{\max} = 247,1$$

$$\text{średnie } A_{\min} = 27,3$$

$$A_{sr} = \frac{\text{średnie } A_{\max} - \text{średnie } A_{\min}}{2}$$

$$A_{sr} = 109,9 - \text{amplituda natężenia sygnału}$$

Wnioski

1. W celu uzyskania dokładniejszej wartości częstotliwości należy najpierw wyznaczyć okres 10 drgań, a następnie czas jednego drgania.
2. Sygnał fali akustycznej jest reprezentowany jako krzywa sinusoidalna natężenia dźwięku w funkcji czasu.
3. Im większa amplituda fali akustycznej, tym większe natężenie.

Literatura

- [1]. Szydłowski H., *Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe*, Poznań, 1994.
- [2]. Turło J., Karbowski A., Służewski K., Osiński G., Turło Z., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, PMEŃ IF UMK, Toruń, 2008.
- [3]. Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium fizyczne dla nauczyciela przyrody*, praca zbiorowa pod redakcją J. Turło, PDF IF UMK, Toruń, 2003.
- [4]. *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół.*

Temat 1B: Hałas w najbliższym otoczeniu **Podstawa programowa, III etap edukacyjny**

Cele kształcenia – wymagania ogólne

II Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

6. Ruch drgający i fale
 - 6) Uczeń wymienia, od jakich wielkości fizycznych zależy wysokość i głośność dźwięku.
 - 7) Uczeń posługuje się pojęciami infradźwięki i ultradźwięki.
9. Wymagania doświadczalne
 - 13) Uczeń wytwarza dźwięk o większej i mniejszej częstotliwości od danego dźwięku za pomocą dowolnego drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie sposobu pracy z autonomicznym rejestratorem danych (datalogger).
2. Wykorzystanie aplikacji komputerowej współdziałającej z rejestratorem danych.
3. Utrwalenie podstawowych pojęć odnoszących się do drgań i fal.
4. Uświadomienie szkodliwego działania hałasu na organizm ludzki.

Cele operacyjne

Uczeń nabywa umiejętności:

- zaplanowania i przeprowadzenia doświadczenia pozwalającego wygenerować falę akustyczną o różnym natężeniu za pomocą strun głosowych oraz przedmiotów powszechnego użytku;
- uzyskania wyników pomiaru natężenia dźwięku wyrażonych w decybelach (dB);
- przeprowadzenia dyskusji na temat skutków wpływu hałasu na człowieka i środowisko;
- sformułowania wniosków na podstawie otrzymanych wyników.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerowo, demonstracja nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą lub w grupach pod kierunkiem nauczyciela.

Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opis w dalszej części opracowania), instrukcja do ćwiczeń.

Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

Wprowadzenie teoretyczne

Hałas to niepożądany dźwięk, zwykle o nadmiernym natężeniu, odbierany przez człowieka na przykład, jako: huk, szum, krzyk, wrzawa itp. Natomiast dźwięk to fala akustyczna charakteryzująca się odpowiednim natężeniem, częstotliwością i barwą.

Natężenie dźwięku jest trudne do zmierzenia, dlatego częściej mówi się

o poziomie natężenia dźwięku wyrażonym w decybelach (dB; $1 \text{ dB} = 10^{-1} \text{ B}$). Jednostka ta wiąże się z pewnym zakresem natężenia dźwięku fali akustycznej dochodzącej do narządu słuchu. Jest to skala logarytmiczna, która za punkt odniesienia przyjmuje 0 dB (natężenie dźwięku o wartości 10^{-12} W/m^2) odpowiadający progowi słyszalności.

Dźwięki rejestrowane przez narząd słuchu, charaktery-

zują się określonym zakresem słyszalności. Analizując tabelę 1 możemy zauważyć, że od poziomu 0 dB człowiek odczuwa wrażenie słuchowe, natomiast powyżej ok. 130 dB odczuwa ból.

Szkodliwość działania hałasu na człowieka i środowisko jest bezsprzeczna. Zależy ona od częstotliwości i natężenia dźwięku oraz długotrwałości działania. Przy ok. 70 dB w organizmie człowieka następują niekorzystne zmiany wegetatywne. Przy 75 dB mogą wystąpić: zaburzenia pracy żołądka, nadciśnienie tętnicze, wrzody żołądka, wzrost wydzielania adrenaliny. Powyżej 90 dB może nastąpić osłabienie i ubytek słuchu, a od 120 dB – mechaniczne uszkodzenie narządu słuchu.

Hałas jest wszechobecny. Występuje w komunikacji, przemyśle, zbiorowiskach miejskich. Ochrona przed nim jest trudna. Jednakże hałas można ograniczyć np. poprzez odpowiednią architekturę wnętrz, czy zastosowanie tzw. ekranów akustycznych.

Naszym zadaniem będzie zbadanie poziomu natężenia dźwięku w najbliższym otoczeniu, czyli:

- w domu, dla różnych źródeł dźwięku,
- na ruchliwej ulicy,
- w sklepie,
- w restauracji,

oraz przeprowadzenie dyskusji na temat wpływu hałasu na człowieka i środowisko.

0 dB	szelest liścia
10 dB	szept
20 dB	spokojna ulica bez ruchu kołowego
30 dB	szmery w mieszkaniu
40 dB	darcie papieru
50 dB	szum w biurach
60 dB	spokojna konwersacja
70 dB	wnętrze głośnej restauracji
80 dB	głośna muzyka w pomieszczeniu
90 dB	hałas na przerwie w szkole
95 dB	traktor, orkiestra
100 dB	motocykl bez tłumika, walkman
110 dB	kosiarka do trawy, dyskoteka
120 dB	głośny krzyk
130 dB	śmigło helikoptera (próg bólu)
140 dB	wybuch petardy
190 dB	prom kosmiczny

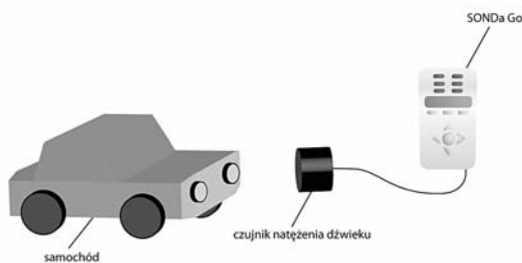
Tab. 1. Poziom natężenia dźwięku dla różnych źródeł

Część doświadczalna**c) Zaplanowanie i przygotowanie zestawu pomiarowego****W skład zestawu wchodzi następujące elementy:**

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik poziomu natężenia dźwięku,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z dataloggerem.

d) Wykonanie doświadczenia

1. Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 1.



Rys. 1. Układ pomiarowy

2. Włącz rejestrator danych, wybierz przycisk pomiaru, ustaw odpowiedni kanał z czujnikiem natężenia dźwięku, wybierz czas próbkowania 10 ms, rozpocznij pomiar naciskając start.
3. Zbadaj poziom natężenia dźwięku dla różnych źródeł, np. gwizd czajnika, głos płaczącego dziecka, krzyku, itp.
4. Zakończ pomiar po kilku sekundach w celu uniknięcia rejestracji zbyt dużej ilości danych.
5. Powtórz pomiar zmieniając źródła generujące falę akustyczną.

Opracowanie wyników i wnioski

1. Wyeksportuj otrzymane dane do aplikacji umożliwiającej odczytanie wyników.
2. Sformułuj wnioski na podstawie otrzymanych wyników.

Przykładowe wyniki

Mierząc poziom natężenia dźwięku w poszczególnych miejscach, otrzymaliśmy następujące wyniki:

- spokojna rozmowa w pomieszczeniu: 20–40 dB,

- rozbijanie kotletów schabowych: 60–80 dB,
- gwizd czajnika z wodą: 65–74 dB,
- kosiarka przed domem: 80–115 dB,
- jadący samochód: 75–85 dB,
- wewnątrz gwarne hipermarketu: 60–85 dB,
- niezatłoczona restauracja: 30–50 dB.

Wnioski

1. Długotrwałe narażenie na hałas wywołuje niekorzystne działanie na organizm człowieka, np. osłabienie, ból głowy, irytacja, gniew.
2. Poziom natężenia dźwięku zależy od odległości od źródła wysyłającego falę akustyczną.
3. W skupiskach miejskich bardzo trudno znaleźć miejsce wolne od hałasu.
4. Hałas jest powszechnym problemem, z którym należy walczyć wszystkimi dostępnymi środkami, np. ograniczając ruch pojazdów, wprowadzając urządzenia przeciwhałasowe w pojazdach mechanicznych, stosując właściwe rozwiązania akustyczne w budownictwie i architekturze.

Literatura

- [5]. Oleśkowska A., *Hałas i wibracje w środowisku*. Biuletyn PSNPP, Toruń, 2010.
- [6]. Szydłowski H., *Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe*, Poznań, 1994.
- [7]. Turło J., Karbowski A., Służewski K., Osiński G., Turło Z., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, PME F IF UMK, Toruń, 2008.
- [8]. Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium fizyczne dla nauczyciela przyrody*, Praca zbiorowa pod redakcją J. Turło, PDF IF UMK, Toruń, 2003.
- [9]. *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół*.

Temat 2: Badanie przepływu energii na sposób ciepła i rola izolacji – krzywa chłodzenia

Podstawa programowa, III etap edukacyjny

Cele kształcenia – wymagania ogólne

II Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

2. Energia

8) Uczeń wyjaśnia przepływ energii na sposób ciepła w zjawiskach przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej.

8. Wymagania przekrojowe

12) Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru; mierzy temperaturę.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie sposobu pracy z autonomicznym rejestratorem danych (datalogger).
2. Wykorzystanie aplikacji komputerowej współdziałającej z rejestratorem danych.
3. Wyjaśnienie zjawiska przepływu energii na sposób ciepła w zjawiskach przewodnictwa cieplnego oraz poznanie roli izolacji cieplnej.

Cele operacyjne

Uczeń nabywa umiejętności:

- przeprowadzenia doświadczenia z chłodzeniem wody z wykorzystaniem różnych materiałów, jak: polar, jeans, len, bawełna, kożuch;
- uzyskiwania wyników pomiaru temperatury chłodzenia dla różnych izolatorów;
- sporządzenia wykresu zależności temperatury od czasu – krzywe chłodzenia;
- sformułowania wniosków na podstawie otrzymanych wyników.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerowo, demonstracja nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą lub w grupach pod kierunkiem nauczyciela.

Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opis w dalszej części opracowania), instrukcja do ćwiczeń.

Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

Wprowadzenie teoretyczne

Ze zjawiskami przewodnictwa cieplnego bardzo często stykamy się na co dzień. Niektóre przedmioty powszechnego użytku doskonale przewodzą energię na sposób ciepła, inne wręcz przeciwnie, są dobrymi izolatorami cieplnymi. Na przykład łyżeczka zanurzona w gorącej herbacie, czy rondel z podgrzewającym się mlekiem, albo zimna poręcz w autobusie. A także stylowy kozuch, który „ogrzewa” swoich właścicieli podczas mroźnych zimowych dni.

Przewodnictwo cieplne zachodzi zarówno w ciałach stałych, jak i cieczech i gazach. Polega ono na przekazywaniu energii między sąsiadującymi cząsteczkami. Zdolność ciała do przewodzenia ciepła określa współczynnik proporcjonalności **zwany przewodnością cieplną**.

Zwykle najlepszymi przewodnikami ciepła są metale, najstabszymi – gazy. W metalach dobry przepływ energii na sposób ciepła zapewniają elektrony walencyjne, w kryształach – drgania sieci krystalicznej. Natomiast w ciałach bezpostaciowych i nieregularnych, przepływ energii jest utrudniony, co sprawia, że są one dobrymi izolatorami ciepła (np. polar, styropian, kozuch itp.).

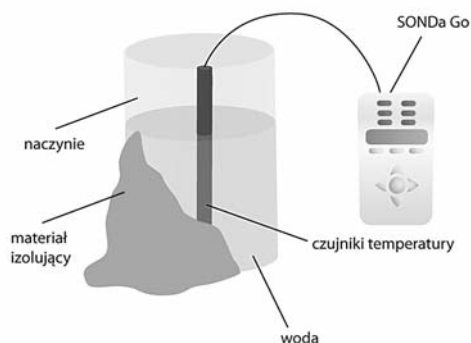
W poniższym doświadczeniu postaramy się sprawdzić zdolności izolacji cieplnej różnych materiałów codziennej garderoby tj. jeans, polar, len, bawełna, kozuch. Izolując pojemnik z wodą poszczególnymi materiałami zmierzmy temperaturę chłodzenia i przedstawimy ją w zależności od czasu, uzyskując tzw. krzywe chłodzenia.

Część doświadczalna**a) Zaplanowanie i przygotowanie zestawu pomiarowego****W skład zestawu wchodzi następujące elementy:**

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik temperatury (zakres od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $110\text{ }^{\circ}\text{C}$),
- naczynie o pojemności 250 ml,
- potencjalne izolatory ciepła – materiały typu: kożuch, polar, len, bawełna, jeans,
- woda o temperaturze początkowej ok. $70\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z dataloggerem.

b) Wykonanie doświadczenia

1. Przygotuj zestaw doświadczalny zgodnie z rysunkiem 1.



Rys. 1. Układ pomiarowy: naczynie, czujnik temperatury, woda, datalogger

2. Do naczynia wlej 10 ml wody o temperaturze początkowej ok. $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Umieść czujnik wewnątrz naczynia tak, żeby był całkowicie zanurzony w wodzie.
3. Włącz rejestrator danych, wybierz przycisk pomiaru, ustaw odpowiedni kanał z czujnikiem temperatury, wybierz czas próbkowania 1 s, rozpocznij pomiar naciskając start.
4. Zatrzymaj pomiar, gdy woda osiągnie temperaturę ok. $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.
5. Przygotuj różne materiały izolacyjne. Powtarzaj czynności opisane w punktach 2–4 owijając kolbę z badaną próbką. W celu przyspieszenia doświadczenia przygotuj jednocześnie trzy kolby. Dwie z nich obłóż materiałem izolacyjnym (np. polarem i kożuchem). W tym przypadku będą potrzebne trzy czujniki temperatury.
6. Wyeksportuj otrzymane dane do aplikacji umożliwiającej

sporządzenie wykresu zależności temperatury od czasu – otrzymasz tzw. krzywe chłodzenia.

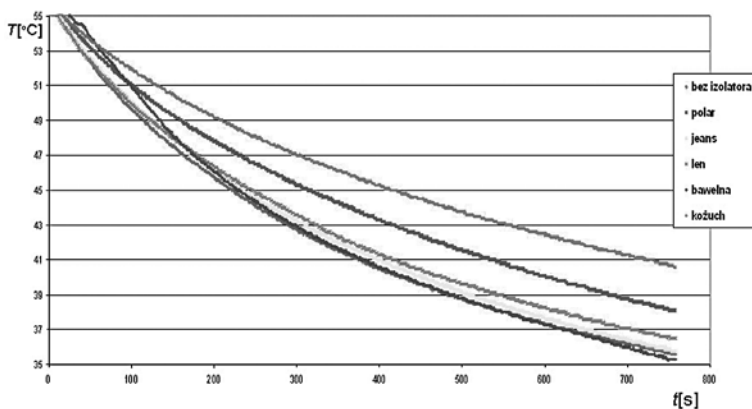
7. Sformułuj wnioski do otrzymanych wyników.

Opracowanie wyników i wnioski

Tab. 1. Wyniki pomiarów temperatury $T(t)$ dla różnych materiałów.

t [s]	T [°C] bez izolatora	T [°C] polar	T [°C] jeans	T [°C] len	T [°C] bawełna	T [°C] kożuch
1	55,8	55,7	55,8	55,7	55,7	55,7
2	55,8	55,6	55,8	55,6	55,7	55,6
3	55,6	55,5	55,8	55,5	55,6	55,6
...
473	39,2	42	39,6	40,1	39,2	44,1
474	39,2	42	39,6	40,1	39,2	44,1
475	39,1	42	39,6	40	39,2	44,1
...
731	35,9	38,4	36,1	36,8	35,6	41
732	35,8	38,4	36,1	36,8	35,6	41
733	35,8	38,4	36,1	36,7	35,6	40,9

W tabeli 1. zestawiliśmy pomiar temperatury chłodzenia dla różnych materiałów w zależności od czasu. Tworząc wykres zależności temperatury od czasu otrzymujemy krzywe chłodzenia (rys. 2).



Rys. 2. Krzywe chłodzenia dla próbki wody o objętości 10 ml

Wnioski

1. Z powyższego wykresu wnioskujemy, że spośród badanych materiałów kożuch jest najlepszym izolatorem ciepła. Widać wyraźnie, że krzywa chłodzenia położona jest „najwyżej”, co znaczy, że szybkość dążenia wody do równowagi termicznej jest najmniejsza. Polar, również dobrze izoluje ciepło. Słabszymi izolatorami są len i jeans, które w niewielkim stopniu utrudniają przepływ energii na zewnątrz. Krzywa chłodzenia bawełny prawie całkowicie pokryła się z krzywą chłodzenia bez izolatora. Zatem już wiemy, dlaczego bawełna jest tak pożądanym materiałem do ubrań – nosi się ją tak, jakby jej nie było.
2. Kożuch, który jest imitacją skóry zwierzęcia z natury spełnia rolę dobrego izolatora ciepła i nie pozwala, aby ciało wychłodziło się do niebezpiecznej temperatury.
3. Przewodność cieplna jest cechą charakterystyczną danego materiału.
4. Przepływ energii na sposób ciepła zależy od porowatości materiału.

Zadanie dodatkowe

Czy łatwiej osiągnąć punkt równowagi termicznej z otoczeniem nagrzanego ciała znajdującego się w powietrzu czy w wodzie?

Naszym nagrzanym ciałem niech będzie woda o temperaturze początkowej ok. 70 °C. Przygotujmy dwie metalowe puszkę po napojach. W każdej z nich umieścimy czujnik temperatury i dodajmy po 20 ml gorącej wody. Jedną puszkę umieścimy w kąpieli wodnej o temperaturze pokojowej ok. 20 °C, drugą – pozostawmy w środowisku powietrza w temperaturze pokojowej. Rozpocznijmy pomiar tak, jak we wcześniejszym doświadczeniu. Wyniki przedstawmy za pomocą wykresu zależności temperatury od czasu.

Po przeprowadzeniu analizy wyników stwierdzamy, że w środowisku wodnym ogrzane ciało szybciej dochodzi do równowagi termicznej niż w środowisku powietrza. Dzieje się tak ze względu na większe ciepło właściwe wody od ciepła właściwego powietrza.

Literatura

- [1]. Szydłowski H., *Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe*, Poznań 1994.
- [2]. Turło J., Karbowski A., Służewski K., Osiński G., Turło Z., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, PMEŃ IF UMK, Toruń 2008.
- [3]. Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium fizyczne dla nauczyciela przyrody*, Praca zbiorowa pod red. J. Turło, PMEŃ IF UMK, Toruń 2003.
- [4]. Roger Frost, *The IT In Science book of Datalogging and control*, IT in Science 1997.
- [5]. *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół*.

Temat 3: Badanie wilgotności powietrza w procesie spalania

Podstawa programowa, III etap edukacyjny

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji (chemia).
Uczeń pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- II Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników (fizyka).

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

8. Węgiel i jego związki z wodorem

- 4) Uczeń obserwuje i opisuje właściwości fizyczne i chemiczne (reakcje spalania) alkanów na przykładzie metanu i etanu.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie sposobu pracy z autonomicznym rejestratorem danych (datalogger).
2. Wykorzystanie aplikacji komputerowej współdziałającej z rejestratorem danych.

3. Poznanie i opisanie zmian wilgotności powietrza w procesie spalania.

Cele operacyjne

Uczeń nabywa umiejętności:

- zaplanowania i przeprowadzenia doświadczenia zmian wilgotności powietrza w procesie spalania;
- uzyskania wyników pomiaru wilgotności i temperatury;
- sporządzenia wykresu zależności wilgotności i temperatury od czasu;
- sprawdzenia faktu, iż woda jest jednym z produktów spalania;
- sformułowanie wniosków na podstawie otrzymanych wyników.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerowo, demonstracja nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą lub w grupach pod kierunkiem nauczyciela.

Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opis w dalszej części opracowania), instrukcja do ćwiczeń.

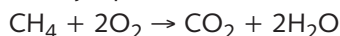
Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

Wprowadzenie teoretyczne

Jednym z ważnych parametrów fizykochemicznych naszej atmosfery jest wilgotność powietrza. Mało kto, zdaje sobie sprawę z tego, iż podczas spalania wilgotność powietrza bardzo szybko rośnie. Oznacza to, że w powietrzu gromadzi się znaczna ilość cząsteczek wody. Naszym zadaniem będzie odpowiedzieć na pytanie, skąd w powietrzu pojawia się tyle wody oraz pokazanie jak wzrasta **wilgotność powietrza w procesie spalania**.

Włączając kuchenkę gazową rozpoczynamy proces spalania metanu (CH_4). Każdy doskonale wie, że oprócz tego związku, potrzebny jest również tlen (O_2). W wyniku reakcji chemicznej łatwo możemy się domyślać, co będzie produktem spalania.

Reakcja spalania metanu w tlenie:



Zatem produktami naszej reakcji są dwutlenek węgla i **woda**.

W naszym doświadczeniu użyjemy małej, niedymiącej świeczki, w której podczas spalania zachodzi podobna reakcja – rozpad węglowodorów, czego produktem jest dwutlenek węgla i woda.

Część doświadczalna

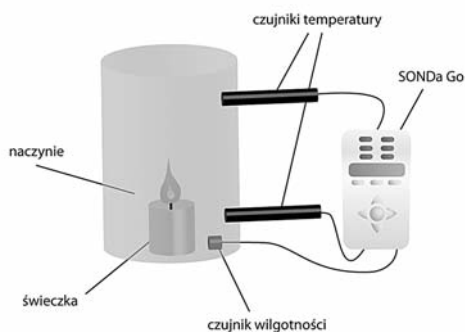
a) Zaplanowanie i przygotowanie zestawu pomiarowego

W skład zestawu wchodzi następujące elementy:

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- dwa czujniki temperatury (od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $110\text{ }^{\circ}\text{C}$),
- czujnik wilgotności,
- wysokie naczynie o pojemności 5 l odporne na wysokie temperatury,
- mała, niedymiąca świeczka,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z dataloggerem.

b) Wykonanie doświadczenia

1. Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 1.



Rys. 1. Układ pomiarowy

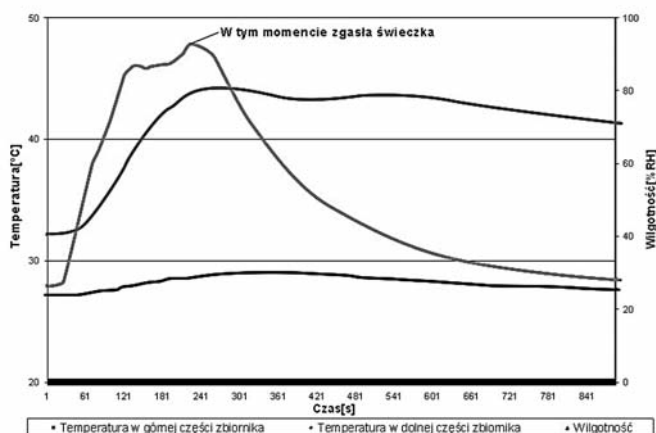
2. Umieść odpowiednie czujniki w naczyniu.
3. Umieść odpowiednie czujniki w naczyniu.
4. Włącz rejestrator danych, wybierz przycisk pomiaru, ustaw odpowiedni kanał z czujnikami temperatury i wilgotności, wybierz czas próbkowania 1 s, rozpocznij pomiar naciskając start.
5. Umieść palącą się świeczkę w naczyniu.
6. Obserwuj zmianę wilgotności.

7. Zanotuj czas, po którym świeczka zgasła.
8. Odczekaj 3–4 minuty i zakończ pomiar.

Opracowanie wyników i wnioski

1. Wyeksportuj otrzymane dane do aplikacji umożliwiającej sporządzenie wykresu zależności temperatury i wilgotności od czasu.
2. Sformułuj wnioski na podstawie otrzymanych wyników.

Przykładowe wyniki:



Rys. 2. Przykładowe wyniki zmiany temperatury i wilgotności powietrza w procesie spalania.

Wnioski

1. Po umieszczeniu zapalanej świeczki w naczyniu obserwujemy wzrost temperatury w górnej części pojemnika oraz wzrost wilgotności powietrza.
2. Mniej więcej po 4 minutach pomiaru świeczka zgasła. Powodem tego jest niewystarczająca ilość tlenu w procesie spalania.
3. Od tego momentu zmniejsza się wilgotność powietrza oraz gwałtownie spada temperatura w górnej części naczynia.
4. Temperatura w dolnej części naczynia (w miejscu, gdzie umieszczony jest czujnik wilgotności) nieznacznie oscyluje w granicach 27–29 °C, co nie wpływa na wynik pomiaru wilgotności.
5. Warto zwrócić uwagę na różnicę temperatur w górnej i dolnej części naczynia. Obserwujemy tu zjawisko konwekcji (unoszenia).

Powietrze w dolnej części naczynia zostało „ogrzone” i pod wpływem konwekcji zajęło górny obszar. Natomiast powietrze cięższe – chłodniejsze spłynęło do dolnej części naczynia.

Literatura

- [1]. Szydłowski H., *Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe*, Poznań, 1994.
- [2]. Turło J., Karbowski A., Służewski K., Osiński G., Turło Z., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, PMEŃ IF UMK, Toruń, 2008.
- [3]. Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium fizyczne dla nauczyciela przyrody*, Praca zbiorowa pod red. J. Turło, PDF IF UMK, Toruń, 2003.
- [4]. Roger Frost, *The IT In Science book of Datalogging and control*, IT in Science 1997.
- [5]. *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół.*

8.2.1. Scenariusze, poziom ponadgimnazjalny, SONDa 3

Temat 1: Przemiana izotermiczna

Podstawa programowa, IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów schematów i rysunków.
- V Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

Termodynamika

- 3) Uczeń opisuje przemianę izotermiczną (...).
- 4) Uczeń interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie zasady działania autonomicznego rejestratora danych.
2. Zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia fizycznego, jakim jest badanie przemiany izotermicznej.
3. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenia na ich podstawie wykresu.
4. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposób przeprowadzenia doświadczenia z wykorzystaniem autonomicznego rejestratora danych;
- nabywa umiejętność przeprowadzenia doświadczenia dotyczącego przemiany izotermicznej;
- nabywa umiejętność przedstawienia wyników w formie zależności graficznej $p(V)$;
- potrafi dokonać analizy wyników i porównać je z wynikami teoretycznymi.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerem lub demonstracja nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą.

Środki dydaktyczne i materiały

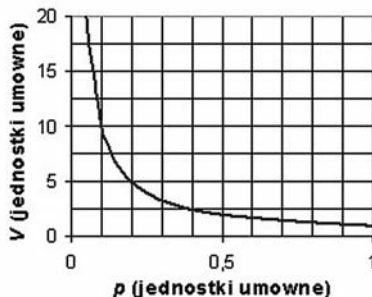
Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opisany w dalszej części), instrukcje do ćwiczeń.

Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

1) Wprowadzenie teoretyczne

Przemiana izotermiczna to przemiana gazowa, przebiegająca przy stałej wartości temperatury ($T = \text{const}$). Równanie opisujące tę przemianę, dla stałej masy gazu, wyraża się zależnością, w której iloczyn ciśnienia i objętości jest stały, tzn. $pV = \text{const}$. Otrzymana zależność nosi w literaturze nazwę prawa Boyle'a i Mariotte'a. Wykresem

zależności $p(V)$ jest hiperbola (rys. 1).



Rys. 1. Teoretyczna zależność $p(V)$.

2) Część doświadczalna

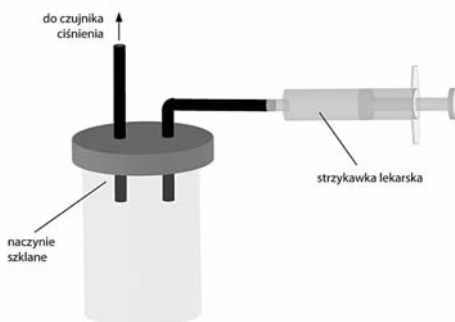
a) Zaplanowanie doświadczenia i przygotowanie zestawu pomiarowego

W skład zestawu wchodzi następujące elementy:

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik ciśnienia,
- naczynie szklane o pojemności ok. 200 ml z dwoma szczelnymi wyprowadzeniami,
- strzykawka lekarska o pojemności ok. 20 ml,
- komputer typu PC, oprogramowanie współdziałające z dataloggerem.

b) Wykonanie doświadczenia

1. Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z załączonym schematem (rys. 2). Zwróć szczególną uwagę na szczelność połączeń.



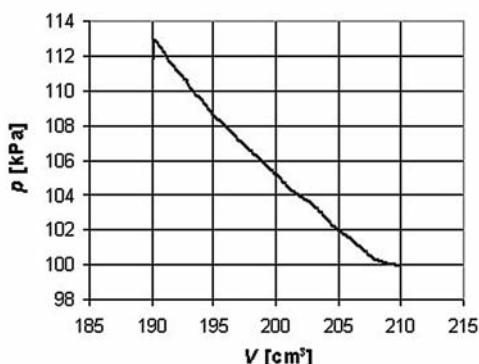
Rys. 2. Układ doświadczalny

2. Włącz rejestrator danych; wybierz przycisk pomiary; uaktywnij odpowiedni kanał z czujnikiem ciśnienia; wybierz czas próbkowania 200 ms i naciskając start rozpocznij pomiar.
3. Powoli, płynnym ruchem przesuwaj tłoczek strzykawki zwiększając ciśnienie w pojemniku.
4. Pomiar zakończ po uzyskaniu możliwie największej wartości ciśnienia w naczyniu.

Opracowanie wyników i wnioski

Najczytelniejszą postacią, w jakiej możemy przedstawić wyniki, jest wykres zależności ciśnienia wywieranego przez gaz od jego objętości. Zmierzone wartości ciśnienia zapisujemy w arkuszu kalkulacyjnym. Za wartość początkową mierzonego ciśnienia przyjmujemy ciśnienie atmosferyczne. Wartość „odczytana” przez czujnik wynosi wówczas zero. Wynika to z faktu, iż czujnik ciśnienia określa mierzone ciśnienie jako „nadwyżkę” względem ciśnienia atmosferycznego. W drugiej kolumnie arkusza kalkulacyjnego skrajnym wartościom ciśnienia przyporządkowujemy znane wartości objętości zajmowanej przez gaz. Pośrednim wartościom ciśnienia przypisujemy proporcjonalny spadek objętości. Stąd ważne jest, aby ruch tłoczka był ruchem jednostajnym.

Przykładowe wyniki otrzymane w doświadczeniu przedstawia poniższy wykres (rys. 3).



Rys. 3. Uzyskana w doświadczeniu zależność $p(V)$.

Przedstawione w formie graficznej wyniki pokazują wyraźną zależność między objętością zajmowaną przez gaz, a jego ciśnieniem.

Ze względu na niewielki zakres zmienności objętości gazu, otrzymana krzywa charakteryzuje się niedużą krzywizną.

Dodatkowym ćwiczeniem, które można wykonać, może być wspólna z uczniami analiza problemu wpływu szybkości sprężania powietrza na końcową wartość ciśnienia.

Doświadczenie można powtórzyć dla naczyń o innych pojemnościach.

Literatura

[1] *Słownik fizyczny*, praca zbiorowa, Wiedza Powszechna, Warszawa, 1984.

[2] Szydłowski H., *Pracownia fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN.

[3] Turło J., *Edukacja matematyczno-przyrodnicza w dobie rozwoju technologii informacyjnych*, materiały konferencyjne, Toruń, 2000.

Temat 2: Pomiar tarcia statycznego i dynamicznego

Podstawa programowa IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

III Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów schematów oraz rysunków.

V Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń, analiza ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

1. Ruch punktu materialnego

12) Uczeń posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśnienia ruchu ciała.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie zasady działania autonomicznego rejestratora danych.

2. Zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia fizycznego polegającego na pomiarach siły tarcia statycznego oraz dynamicznego.

3. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenia na ich podstawie wykresu.

4. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposób przeprowadzenia doświadczenia z wykorzystaniem autonomicznego rejestratora danych;
- nabywa umiejętność dokonywania pomiaru siły nacisku i sił tarcia przy użyciu czujnika siły;
- nabywa umiejętność przeprowadzenia doświadczenia, w którym badamy zmiany wartości siły działającej na ciało wprawiane w ruch;
- nabywa umiejętność przedstawienia wyników w formie zależności graficznej;
- potrafi przeprowadzić analizę wyników, obliczyć współczynnik tarcia statycznego i dynamicznego i porównać je z wynikami teoretycznymi.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerem lub demonstracja doświadczenia przeprowadzona przez nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą.

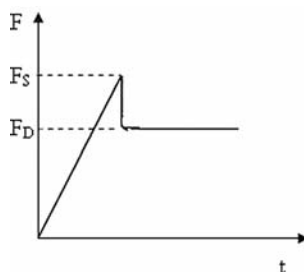
Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opisany w dalszej części), instrukcje do ćwiczeń.

Wprowadzenie teoretyczne

Siły tarcia występują powszechnie, zatem omówienie ich jest konieczne na lekcjach fizyki. Właściwe zrozumienie ich natury jest niezbędne do poprawnego opisu tego, jak zachowują się przedmioty znajdujące się w naszym otoczeniu.

Przeprowadzone doświadczenia pokazują różnicę między wartością siły tarcia wtedy, gdy przedmiot pozostaje w spoczynku i wtedy, gdy przedmiot porusza się względem podłoża. Na rysunku 1 przedstawiono wartość siły tarcia statycznego F_S i tarcia dynamicznego F_D w zależności od czasu.



Rys. 1. Przewidywana zależność siły tarcia działająca na przedmiot w spoczynku i w ruchu od czasu. F_S maksymalna wartość siły tarcia statycznego; F_D wartość siły tarcia dynamicznego.

Wyznaczając współczynnik tarcia (μ) posługujemy się wzorem:

$$\mu = F_T / F_N$$

gdzie F_T – siła tarcia (statycznego lub dynamicznego), F_N – siła nacisku na podłoże przedmiotu wprawianego w ruch.

Cele

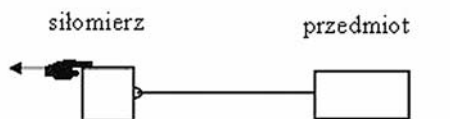
1. Zbadanie zmian siły tarcia podczas wprawiania w ruch ciała fizycznego.
2. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenie na ich podstawie wykresu.
3. Analiza uzyskanych wyników i wyciąganie wniosków.

Przyrządy i materiały

- autonomiczny rejestrator danych (datalogger),
- czujnik siły,
- elastyczna nić do połączenia przedmiotu z siłomierzem.

Przebieg doświadczenia

1. Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 2.



Rys. 2. Układ doświadczalny do pomiaru zmian siły tarcia statycznego i dynamicznego.

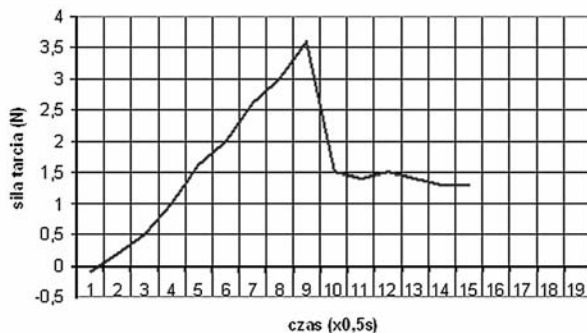
2. Dokonaj kalibracji siłomierza.
3. Połącz siłomierz z przedmiotem za pomocą nici.
4. Czas próbkowania ustaw na 500 ms. Bardzo powoli zwiększając siłę z jaką działasz na siłomierz, wpraw w ruch doczepiony do niego przedmiot.
5. Korzystając z siłomierza, zmierz siłę nacisku przedmiotu.

Uwagi

Wskazane jest wykonanie kilku pomiarów w różnym tempie i przy różnych czasach próbkowania. „Czytelniejsze” wyniki uzyskujemy przy większych wartościach siły tarcia. Można wykonać kilka pomiarów jeden po drugim i po sporządzeniu wykresu omówić jeden z nich.

Opracowanie wyników i wnioski

Po przeniesieniu wyników pomiaru do arkusza kalkulacyjnego sporządź wykres zależności siły od czasu (rys. 3).



Rys. 3. Zależność przyłożonej siły od czasu.

Otrzymany wykres porównujemy z krzywą przedstawioną w części teoretycznej. Z wykresu doświadczalnego odczytujemy wartość siły tarcia statycznego i dynamicznego. Po zastosowaniu wzoru zamieszczonego we wprowadzeniu teoretycznym powyżej, wyznaczamy współczynnik tarcia statycznego i dynamicznego, a następnie porównujemy otrzymane wartości.

Uzupełnieniem proponowanego doświadczenia jest wykonanie serii eksperymentów z przedmiotami wykonanymi z różnych materiałów. Dzięki temu można będzie porównać współczynniki tarcia różnych substancji.

Problemem praktycznym nawiązującym do omówionego zjawiska jest zagadnienie maksymalnego kąta, pod jakim można usypać stożek piasku.

Literatura

[1] *Słownik fizyczny, praca zbiorowa*, Wiedza Powszechna, Warszawa, 1984.

[2] Szczeniowski Sz., *Fizyka doświadczalna, część 1. Mechanika i akustyka*, PWN, Warszawa, 1972.

[2] *Tablice fizyczno-astronomiczne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa, 1995.

Temat 3A: Pomiar indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez prostoliniowy przewodnik z prądem elektrycznym

Podstawa programowa, IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów schematów i rysunków.
- V Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- 9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna
 - 2) Uczeń oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica).

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie zasady działania autonomicznego rejestratora danych.
2. Zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia fizycznego polegającego na pomiarach wartości indukcji magnetycznej w pobliżu przewodnika prostoliniowego z prądem elektrycznym.
3. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenia na ich podstawie wykresu.
4. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposób przeprowadzenia doświadczenia z wykorzystaniem autonomicznego rejestratora danych;
- nabywa umiejętność przeprowadzenia doświadczenia, w którym dokonujemy pomiarów zależności indukcji pola magnetycznego od natężenia prądu w przewodniku prostoliniowym;
- nabywa umiejętność przedstawienia wyników w formie zależności graficznej;
- potrafi dokonać analizy wyników i porównać je z wynikami teoretycznymi.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerem lub demonstracja doświadczenia przeprowadzona przez nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą.

Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opisany w dalszej części), instrukcje do ćwiczeń.

Wprowadzenie teoretyczne

Wartość indukcji pola magnetycznego B w odległości r od prostoliniowego przewodnika, w którym płynie prąd o natężeniu I

wyraża się zależnością $B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$, gdzie μ_0 oznacza przenikalność

magnetyczną próżni. W stałej odległości od przewodnika indukcja pola magnetycznego jest proporcjonalna do natężenia płynącego prądu.

Cele

1. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenie na ich podstawie wykresu zależności wartości indukcji pola magnetycznego od natężenia prądu płynącego przez przewodnik.
2. Doświadczalne potwierdzenie poprawności wzoru.

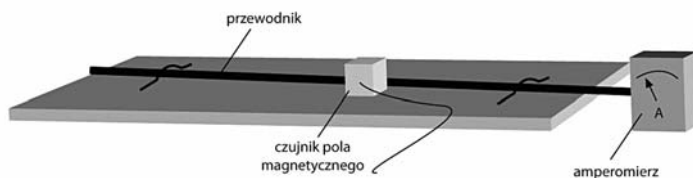
3. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Przyrządy i materiały

- czujnik pola magnetycznego,
- regulowany zasilacz prądu stałego,
- amperomierz prądu stałego,
- przewody elektryczne.

Przebieg doświadczenia

1. Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 1. Zwróć uwagę na to, aby w pobliżu czujnika nie było żadnego innego źródła pola magnetycznego.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia indukcji pola magnetycznego wytworzonej przez prąd przewodnika prostoliniowego.

2. Otwórz opcję *Kalibracja* i dokonaj wyzerowania czujnika pola magnetycznego.
3. Ustaw przepływ prądu elektrycznego na wartość 1 A.
4. Dokonaj pomiaru wartości indukcji pola naciskając start. Ustaw czas pomiaru na ok. 3 sekundy, a czas próbkowania na 200 ms.
5. Zwiększ natężenie prądu do 2 A i powtórz pomiar indukcji pola magnetycznego.
6. Powtórz pomiary kilkakrotnie, zwiększając wartość natężenia prądu o 1 A w każdym kolejnym pomiarze.

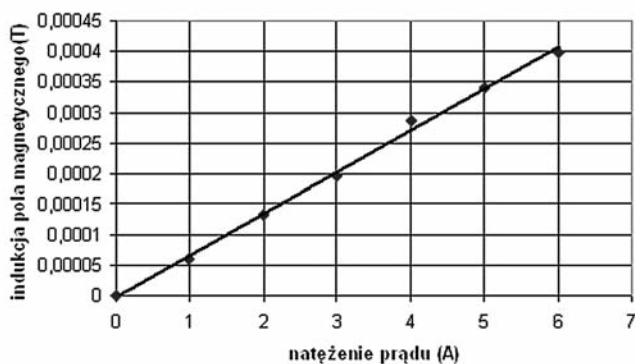
Uwagi

Należy zwrócić uwagę na to, aby położenie czujnika i przewodu w trakcie serii pomiarów nie ulegało zmianie. W tym celu należy unieruchomić elementy zestawu, np. przyklejając je taśmą izolacyjną do podłoża.

Opracowanie wyników i wnioski

Uzyskane wyniki po przesłaniu do arkusza kalkulacyjnego przedstaw w postaci zależności indukcji pola magnetycznego od wartości natężenia prądu w przewodniku.

Przykładowy wykres uzyskany w wyniku doświadczenia został przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 2. Wykres zależności indukcji pola magnetycznego od wartości natężenia prądu po dokonaniu procedury najlepszego dopasowania.

Należy zwrócić uwagę na uzyskaną w doświadczeniu liniową zależność indukcji pola magnetycznego od natężenia prądu elektrycznego płynącego w przewodniku. Jest to zgodne z podaną we wprowadzeniu zależnością teoretyczną $B(I)$.

Korzystając z czujnika pola magnetycznego i powyższego zestawu można wykonać pomiar indukcji pola magnetycznego w punkcie leżącym w połowie odległości pomiędzy dwoma równoległymi przewodnikami z prądami płynącymi w tych samych i przeciwnych zwrotach.

Literatura

- [1] *Słownik fizyczny, praca zbiorowa*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1984.
- [2] Piekara A.H., *Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1970.

Temat 3B: Pomiar indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez kołowy przewodnik z prądem elektrycznym

Podstawa programowa IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów schematów i rysunków.
- V Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- 9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna
 - 2) Uczeń oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica).

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie zasady działania autonomicznego rejestratora danych.
2. Zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia fizycznego polegającego na pomiarach wartości indukcji magnetycznej w pobliżu przewodnika kołowego z prądem elektrycznym.
3. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenie na ich podstawie wykresu.
4. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposób przeprowadzenia doświadczenia z wykorzystaniem autonomicznego rejestratora danych;
- nabywa umiejętność przeprowadzenia doświadczenia, w którym dokonujemy pomiarów zależności indukcji pola magnetycznego od natężenia prądu w przewodniku kołowym;
- nabywa umiejętność przedstawienia wyników w formie zależności graficznej;
- potrafi dokonać analizy wyników i porównać je z wynikami teoretycznymi.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerem lub demonstracja doświadczenia przeprowadzona przez nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą.

Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opisany w dalszej części), instrukcje do ćwiczeń.

Wprowadzenie teoretyczne

Wartość indukcji pola magnetycznego B w środku przewodnika

kołowego o promieniu r wyraża się wzorem $B = \mu_0 \frac{nl}{2\pi r}$, gdzie μ_0

oznacza przenikalność magnetyczną próżni, n – liczbę zwojów, I – natężenie płynącego prądu, r – promień zwojnicy. W stałej odległości od przewodnika indukcja pola magnetycznego jest proporcjonalna do wartości natężenia płynącego prądu.

Cele

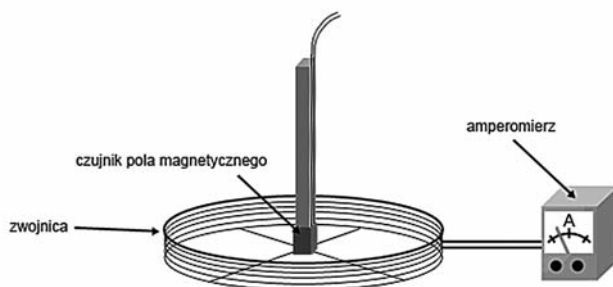
1. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenie na ich podstawie wykresu zależności wartości indukcji pola magnetycznego od natężenia prądu płynącego przez przewodnik.
2. Doświadczalne potwierdzenie poprawności wzoru na indukcje pola magnetycznego.
3. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Przyrządy i materiały:

- czujnik pola magnetycznego,
- regulowany zasilacz prądu stałego,
- amperomierz prądu stałego,
- zwojnice o różnych promieniach ($r_1 = 2$ cm, $r_2 = 3$ cm, $r_3 = 4$ cm, $r_4 = 5$ cm) i jednakowej liczbie zwojów ($n = 10$).

Przebieg doświadczenia

1. Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 1. Zwróć uwagę na to, aby w pobliżu czujnika nie było żadnego innego źródła pola magnetycznego. Wybierz zwojnicę o promieniu 2 cm.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia indukcji pola magnetycznego wytworzonej przez prąd w środku zwojnic.

2. Otwórz opcję Kalibracja i dokonaj wyzerowania czujnika pola magnetycznego.
3. Ustaw przepływ prądu elektrycznego na wartość natężenia 3 A.
4. Dokonaj pomiaru wartości indukcji pola magnetycznego naciskając start. Ustaw czas pomiaru ok. 3 sekundy, a czas próbkowania na 200 ms.
5. Powtórz pomiary indukcji pola magnetycznego dla zwojnic o promieniach 3 cm, 4 cm.

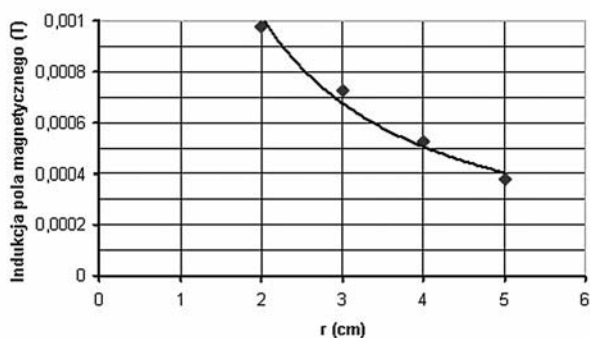
Uwagi

Należy zwrócić uwagę na prostopadłość względem zwojnic ustawienie czujnika pola magnetycznego. Jego prawidłową orientację może ułatwić doczepiona drewniana listewka oraz narysowane na podłożu, prostopadłe względem siebie, linie.

Po każdej wymianie zwojnic należy sprawdzić poprawność ustawienia czujnika pola magnetycznego.

Opracowanie wyników i wnioski

Uzyskane wyniki po przesłaniu do arkusza kalkulacyjnego przedstaw w postaci zależności indukcji pola magnetycznego od promienia zwojnic (Rys. 2).



Rys. 2. Wykres zależności indukcji pola magnetycznego od wartości promienia zwojownicy r po dokonaniu procedury najlepszego dopasowania.

Otrzymany wykres $B(r)$ jest zgodny z zależnością $B \propto \frac{1}{r}$ wynikającą ze wzoru na indukcję pola magnetycznego.

Korzystając z czujnika pola magnetycznego i powyższego zestawu można wykonać pomiary indukcji pola magnetycznego dla różnej liczby zwojów, a następnie sporządzić wykres zależności indukcji pola magnetycznego od ilości zwojów.

Można też sprawdzić, że w stałej odległości od przewodnika kołowego, indukcja pola magnetycznego jest proporcjonalna do wartości natężenia płynącego prądu.

Literatura

[1] *Słownik fizyczny*, praca zbiorowa, Wiedza Powszechna, Warszawa, 1984.

[2] Piekara A.H., *Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa, 1970.

8.2.2. Scenariusze, poziom ponadgimnazjalny, SONDA 4

Temat 1: Badanie ruchu jednostajnego

Podstawa programowa IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

IV Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów oraz rysunków.

V Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń, analizowanie ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

1. Ruch jednostajny punktu materialnego.
- 1.4. Uczeń wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów ruchu.
- 1.5. Uczeń rysuje i interpretuje wykresy parametrów ruchu od czasu.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie działania ultradźwiękowego rejestratora danych (dopplerowskiego detektora ruchu).
2. Planowanie przebiegu doświadczenia on-line.
3. Zapisywanie danych z pomiarów.
4. Przeprowadzanie analizy danych pomiarowych (położenia, prędkości i przyspieszenia) oraz wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposoby przeprowadzania doświadczenia z czujnikiem ultradźwiękowym;
- przeprowadza doświadczenie związane z ruchem jednostajnym poruszającego się ciała (klocka, szalki, modelu samochodu);
- potrafi przedstawić wyniki pomiarów w formie zależności graficznych: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ dla ruchu jednostajnego;
- potrafi analizować wyniki pomiarów i porównywać je z zależnościami teoretycznymi;
- odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych i oblicza wartości prędkości i położenia oraz oblicza zależności wynikające ze wzoru na ruch jednostajny.

Metoda pracy

Praktyczne doświadczenie z wykorzystaniem komputera – nauczanie wspomagane komputerowo.

Formy pracy:

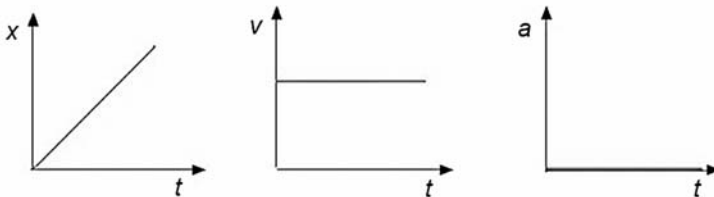
Praca w zespole pomiarowym i pokaz doświadczenia dla całej klasy pod kierunkiem nauczyciela.

Środki dydaktyczne i potrzebne materiały:

- komputer z ultradźwiękowym rejestratorem danych parametrów ruchu,
- przewody,
- układ do badania ruchu np.: prostoliniowy tor kolejki umocowany na kawałku sklejk,
- zasilacz z regulacją napięcia od 0 do 14 V z przewodami,
- kolejka elektryczna, dodatkowy wagonik z możliwością obciążenia masą,
- ciężarki z zestawu do mechaniki,
- metalowe podstawki do magnetycznego zamocowania nadajnika i odbiornika ultradźwiękowego,
- instrukcja opisująca przebieg doświadczenia.

Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów**Wprowadzenie teoretyczne**

Ruch jednostajny charakteryzuje się stałą wartości prędkości w czasie. Droga przebyta w tym ruchu jest proporcjonalna do czasu trwania ruchu. Zależność parametrów ruchu x , v , a od czasu t przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Wielkości fizyczne x , v , a spełniają następujące zależności: położenie $x = vt$, prędkość $v = x/t$, $v = \text{constans}$, przyspieszenie $a = 0$.

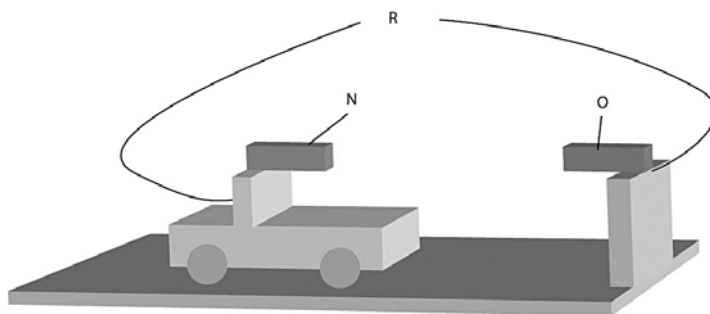
Opis doświadczenia

1. Na torze prostoliniowym umieszczamy kolejkę elektryczną.
2. Na kolejce i na końcu toru montujemy do podstawek metalowych magnetycznie czujniki ultradźwiękowe.

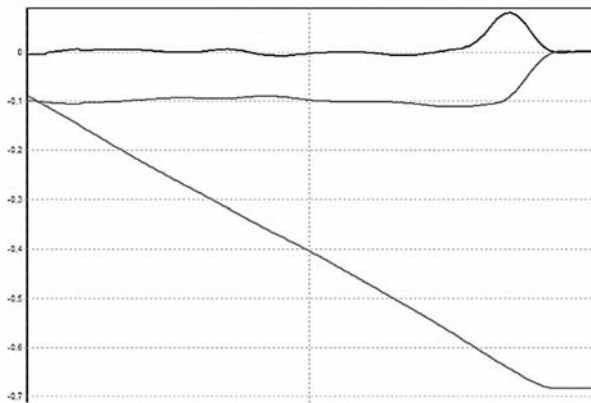
3. Podłączamy przewodami do torów zasilanie z zasilacza o regulowanym napięciu.
4. Dobieramy odpowiednie napięcie pracy i sprawdzamy jak porusza się kolejka.
5. Sprawdzamy działanie układu rejestrującego ruch.
6. Przeprowadzamy rejestrowanie ruchu.
7. Dobieramy odpowiednie parametry rejestracji ruchu (np. czas pomiaru $t = 1$ s, interwał próbkowania $t = 10$ ms).
8. Zapisujemy wyniki pomiarów.

Wykonanie doświadczenia

Przeprowadzamy doświadczenie zgodnie z opisem. Przygotowujemy układ pomiarowy naszego doświadczenia. Staramy się zarejestrować parametry ruchu kolejki na prostoliniowym odcinku toru, a następnie zapisujemy nasz pomiar. Możemy sprawdzić kilka razy powtarzalność wyników i odpowiednio dobrać parametry czasu rejestracji oraz częstotliwość próbkowania. Dobrze jest wykonać pomiary dla kolejki zbliżającej się do odbiornika ultradźwiękowego i kolejki oddalającej się od niego (rys. 2). Efektem naszych pomiarów będą wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia kolejki od czasu.



Rys. 2. Rysunek układu pomiarowego. Przewody R od nadajnika N i odbiornika O ultradźwiękowego są połączone z rejestratorem danych i komputerem. Kolejka z nadajnikiem ultradźwiękowym zbliża się do odbiornika.



Rys. 3. Wykresy zależności położenia x [m], prędkości v [m/s], przyspieszenia a [m/s²] od czasu w badanym ruchu; położenie $-x(t)$, prędkość $-v(t)$, przyspieszenie $-a(t)$.

Opracowanie wyników, wyciągnięcie wniosków

Efektom naszego doświadczenia są wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu trwania ruchu.

Z wykresów możemy odczytać wartości chwilowe tych wielkości fizycznych.

Z przykładowego wykresu (rys. 3) widać, że wartość prędkości ruchu wynosiła $v = 0,1$ m/s. Kolejka pokonała odległość $x = 0,6$ m. Przyspieszenie jest praktycznie równe zero z wyjątkiem momentu zatrzymania się kolejki. Wtedy widzimy pik zmiany prędkości i odpowiadającą mu zmianę wartości przyspieszenia. Jeśli doświadczenie przeprowadzimy na prostoliniowym odcinku toru bez zatrzymania się kolejki, uzyskamy wyniki typowe dla ruchu jednostajnego.

Wnioski

Ultradźwiękowy rejestrator ruchu jest urządzeniem bardzo czułym i wykrywa nawet bardzo niewielkie zmiany położenia, prędkości oraz przyspieszenia (jako pochodnych położenia) podczas ruchu kolejki, dlatego na wykresie są rejestrowane wszelkie nierównomierności ruchu kolejki, takie jak podskoki i drgania. Zatem rzeczywisty wykres zależności prędkości i przyspieszenia w czasie nie jest idealną linią prostą.

Zastosowanie w życiu codziennym i technice

W życiu codziennym spotykamy się z różnymi rodzajami ruchu, w tym także ruchu jednostajnego. Jego przykładami są np. ruch roweru, samochodu, samolotu, pociągu, skoczka spadochronowego, statku na krótkim odcinku drogi. Mogą to być również ruchy zwierząt. Poruszające się ciała mogą mieć małe prędkości (kilka milimetrów na sekundę lub duże prędkości rzędu kilku metrów na sekundę). Nasz czujnik ultradźwiękowy nie w każdym przypadku pozwoliłby nam zmierzyć prędkość poruszającego się obiektu. Wyobraźmy sobie strzałę wystrzeloną z łuku z przymocowanym do niej nadajnikiem ultradźwiękowym w odległości kilku metrów od tarczy, na której zamocowaliśmy odbiornik ultradźwiękowy. Groziłoby to uszkodzeniem czujnika ultradźwiękowego. W innym przypadku – samochodzie poruszającego się na ulicy w naszym kierunku – stworzylibyśmy zagrożenie dla życia. Do tego rodzaju doświadczeń należy zastosować profesjonalne urządzenie radarowe umieszczone w odpowiednio dużej odległości. Można natomiast badać ruch różnych ciał w naszym laboratorium, jakim jest klasa. Mogą to być ruchy modeli samochodów, pociągów, poruszającego się człowieka, szalki na bloczku, klocka na równi pochyłej, spadającej kartki bloku technicznego. Można się też pokusić się o wyznaczenie prędkości żółwia lub ślimaka. Trzeba pamiętać, by nie zrobić zwierzęciu żadnej krzywdy. Najlepszą metodą jest odczytywanie sygnału odbitego od małego, lekkiego papierowego ekranu przyklejonego (np. zwykłym klejem biurowym) chwilowo do grzbietu zwierzęcia. Taki ekran będzie odbijał falę ultradźwiękową, którą można zarejestrować i uzyskać wykres zmiany położenia, prędkości i przyspieszenia w czasie.

Zadania do wykonania

1. Wykonaj kilka różnych pomiarów ruchu kolejki dla różnych wartości napięcia zasilania. Odczytaj wartości parametrów ruchu.
2. Dokonaj rejestracji ruchu tylko na odcinku prostoliniowym. Dokonaj rejestracji ruchu od chwili ruszania kolejki do momentu jej zatrzymania. Podaj odpowiednią interpretację otrzymanych wyników pomiaru.
3. Wykonaj pomiary ruchu kolejki kiedy nadajnik i odbiornik ultradźwiękowy oddalają się od siebie i kiedy zbliżają się do

- siebie. Podaj odpowiednią interpretację otrzymanych wyników.
4. Zaplanuj podobne doświadczenie z innymi modelami zabawek lub ciał, które mogą się poruszać ruchem jednostajnym.

Literatura

- [1] *Fizyka z komputerem*, praca zbiorowa pod redakcją J. Turło, Toruń, 1996.
- [2] Turło J, Firszt F, Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium dla nauczyciela przyrody*, praca zbiorowa pod redakcją Józefiny Turło, PDF, Toruń, 2003.
- [3] Szydłowski H., *Fizyczne laboratorium komputerowe*, Poznań, 1994.
- [4] Turło J., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej*, IF UMK, 2006.

Temat 2A: Badanie ruchu jednostajnego na równi pochyłej

Podstawa programowa, IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- IV Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- VI Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analizowanie ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

1. Ruch jednostajny punktu materialnego
- 1.4. Uczeń wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów ruchu.
- 1.5. Uczeń rysuje i interpretuje wykresy parametrów ruchu od czasu.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie działania ultradźwiękowego rejestratora danych (doplerowskiego detektora ruchu).
2. Planowanie przebiegu doświadczenia.
3. Zapisywanie danych z pomiarów.

4. Przeprowadzanie analizy danych pomiarowych (położenia, prędkości i przyspieszenia) na podstawie wykresów i wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposoby przeprowadzania doświadczenia z czujnikiem ultradźwiękowym;
- przeprowadza doświadczenie związane z ruchem jednostajnym poruszającego się ciała (kształtki metalowej);
- potrafi przedstawić wyniki pomiarów: położenia, prędkości i przyspieszenia w formie zależności graficznych dla ruchu jednostajnego;
- potrafi analizować wyniki pomiarów, znając właściwości ruchu jednostajnego;
- odczytuje i oblicza z wykresów wartości prędkości, położenia i przyspieszenia w funkcji czasu odpowiednich wielkości fizycznych.

Metoda pracy

Praktyczne doświadczenie z wykorzystaniem komputera – nauczanie wspomagane komputerowo.

Nauczyciel demonstruje przebieg doświadczenia.

Formy pracy

Praca z grupą uczniów pod kierunkiem nauczyciela i pokaz doświadczenia dla całej klasy.

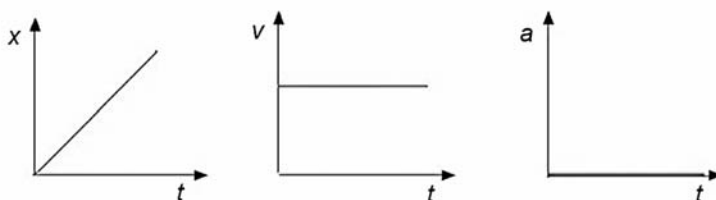
Środki dydaktyczne i potrzebne materiały:

- ultradźwiękowy rejestrator danych parametrów ruchu (x , v , a) w czasie współpracujący z komputerem,
- równia pochyła o długości 0,5 m, wykonana z płaskownika aluminiowego o szerokości 4 cm i grubości 3 mm, z możliwością zmiany kąta nachylenia,
- kształtka metalowa w kształcie litery L o grubości blachy 2 mm,
- magnes neodymowy o wymiarach 25x25x5 mm,
- metalowa podstawka do magnetycznego zaczeplenia nadajnika N i odbiornika O ultradźwiękowego rejestratora danych,
- instrukcja opisująca przebieg doświadczenia.

Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

Wprowadzenie teoretyczne

Ruch jednostajny charakteryzuje się stałą wartością prędkości w czasie. Położenie ciała w takim ruchu zmienia swoją wartość proporcjonalnie do czasu trwania ruchu, co obrazuje na wykresie linia prosta. Prędkość jest stała, a przyspieszenie jest równe zero. Zależność parametrów ruchu (x , v , a) od czasu możemy przedstawić na wykresach (rys. 1). Jeżeli w naszych pomiarach uzyskamy podobne zależności położenia, prędkości i przyspieszenia, będzie to znaczyło, że mamy do czynienia z ruchem jednostajnym. Nasze rzeczywiste wyniki pomiarów ze względu na nieścisłości pomiarowe mogą nieznacznie odbiegać od wartości teoretycznych.



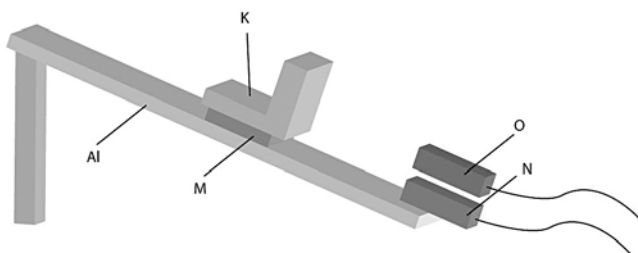
Rys. 1. Zależność położenia (x), prędkości (v) i przyspieszenia (a) od czasu w ruchu jednostajnym.

Opis doświadczenia

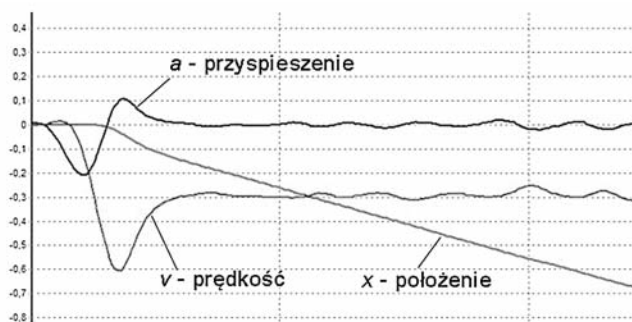
1. Na szczycie równi pochyłej umieszczamy kształtkę metalową z przymocowanym do niej płaskim magnesem neodymowym.
2. Na dole równi pochyłej umieszczamy czujniki ultradźwiękowe, odpowiednio zamocowane magnetycznie do podstawki metalowej.
3. Sprawdzamy działanie układu rejestrującego ruch.
4. Dobieramy odpowiednie parametry rejestracji ruchu (czas rejestracji np. 5 s, interwał próbkowania np. 100 ms).
5. Przeprowadzamy rejestrację ruchu klocka po równi.
6. Przed zapisaniem wyników dobrze jest dobrać takie skale dla poszczególnych wielkości fizycznych, aby były czytelne (np. ustawiamy parametry wykresu położenia na 1, prędkości na 0,5, przyspieszenia na 0,05).
7. Zapisujemy wyniki pomiarów.

Wykonanie doświadczenia

Przygotowujemy układ pomiarowy naszego doświadczenia zgodnie z rysunkiem (rys. 2). Staramy się zarejestrować parametry ruchu poruszającej się po równi kształtki metalowej z przyczepionym do niej magnesem neodymowym. Możemy sprawdzić przebieg naszego doświadczenia i dobrać odpowiedni czas rejestracji pomiarów. Kształtkę metalową oraz nadajnik i odbiornik ultradźwiękowy ustawiamy precyzyjnie tak, aby emitowana fala ultradźwiękowa z nadajnika, po odbiciu od powierzchni kształtki, trafiała do odbiornika ultradźwiękowego. Dobrze jest wykonać pomiary dla kilku nachyleń równi pochyłej i wybrać najlepsze rezultaty do interpretacji i wyciągania wniosków. Przykład zarejestrowanych parametrów ruchu przedstawiony jest na rysunku 3.



Rys. 2. Rysunek układu pomiarowego. Równia pochyła wykonana z płaskownika aluminiowego Al. Po równi pochyłej porusza się kształtka metalowa K, do której przyczepiony jest płaski neodymowy magnes M. Na dole równi umieszczamy nadajnik N i odbiornik O ultradźwiękowego rejestratora ruchu.



Rys. 3. Wykresy zależności położenia x [m], prędkości v [m/s] i przyspieszenia a [m/s²] poruszającej się po równi pochyłej kształtki metalowej z magnesem neodymowym: położenie $-x(t)$, prędkość $-v(t)$, przyspieszenie $-a(t)$.

Opracowanie wyników, wyciągnięcie wniosków

Wyniki pomiarów dla trzech parametrów ruchu: położenia, prędkości i przyspieszenia w zależności od czasu trwania ruchu (rys. 3) przekonują nas, że ruch magnesu neodymowego przyczepionego do metalowej kształtki jest ruchem jednostajnym. Z wykresów możemy odczytać wartości chwilowe położenia, prędkości i przyspieszenia. Początkowo kształtka z magnesem miała tendencję do zwiększania prędkości, jednak już po krótkim czasie nastąpiła stabilizacja prędkości, a przyspieszenie zmalało do zera. Wartość przyspieszenia w tym ruchu utrzymuje się na poziomie równym zero, gdy kształtka z magnesem osiągnęła prędkość $v = 0,3 \text{ m/s}$.

Wnioski

Otrzymane zależności parametrów ruchu od czasu spełniają kryteria teoretyczne ruchu jednostajnego, mimo że ruch odbywa się po równi pochyłej i występuje stała składowa siły ciężkości, która wprawia w ruch kształtkę metalową z przymocowanym do niej magnesem neodymowym. Jeżeli weźmiemy pod uwagę tylko siłę tarcia, to nie jest ona na tyle duża, aby zrównoważyć działanie składowej siły grawitacji (sama kształtka lub kształtka z magnesem neodymowym na drewnianej równi pochyłej poruszają się ruchem jednostajnie przyspieszonym). Oddziaływanie silnego pola magnetycznego na aluminową równię pochyłą wywołuje powstanie prądów wirowych i magnetycznego oddziaływania, które razem z siłą tarcia równoważy działanie składowej siły grawitacji wprawiającej w ruch kształtkę z magnesem. Wyniki naszych pomiarów pokazują, że ruch po równi pochyłej może być ruchem jednostajnym w przypadku równoważenia się sił oddziałujących na kształtkę z przymocowanym magnesem, co jest zgodne z pierwszą zasadą dynamiki Newtona.

Zastosowania w życiu codziennym i technice

Jesteśmy przyzwyczajeni do tego, że ciała umieszczone na równi pochyłej (takie jak kulka, wałek, klocek) poruszają się ruchem jednostajnie przyspieszonym. Inaczej jest w przypadku kształtki metalowej z przymocowanym do niej magnesem neodymowym. Niezależnie od kąta nachylenia równi pochyłej, kształtka metalowa z magnesem porusza się ruchem jednostajnym. Podobnie zachowuje się magnes neodymowy w kształcie walca wpuszczony swobodnie w pionowo

ustawioną rurkę wykonaną z aluminium lub miedzi. Wydawałoby się, że magnes powinien spadać ruchem jednostajnie przyspieszonym pod działaniem siły grawitacji – co wiemy z codziennego doświadczenia. Jednak siła grawitacji nie jest jedyną siłą działającą na neodymowy magnes poruszający się w pobliżu przewodnika. O istnieniu tego oddziaływania przekonujemy się z doświadczenia. Ruch jednostajny jest jednym z przykładów ruchu z jakim mamy do czynienia w makroświecie planet i gwiazd w przestrzeni kosmicznej oraz w mikroświecie atomów i cząstek pod wpływem oddziaływań, których nie widzimy.

Zadania do wykonania

1. Wykonaj kilka różnych pomiarów ruchu kształtki metalowej z przymocowanym do niej magnesem neodymowym, dla różnych wartości kąta nachylenia równi pochyłej do podłoża.
2. Odczytaj wartości parametrów ruchu (x , v , a) w funkcji czasu.
3. Dokonaj rejestracji ruchu tylko dla samej kształtki bez magnesu neodymowego.
4. Podaj odpowiednią interpretację otrzymanych wyników pomiaru parametrów ruchu dla kształtki z magnesem neodymowym i dla kształtki bez magnesu.

Literatura

- [1] *Fizyka z komputerem*, praca zbiorowa pod redakcją J. Turło, Toruń, 1996.
- [2] Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium dla nauczyciela przyrody*, PDF, Toruń, 2003.
- [3] Szydłowski H., *Fizyczne laboratorium komputerowe*. Poznań, 1994.
- [4] Turło J., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, IF UMK, 2006.
- [5] Salach J., Fijałkowska M., Fijałkowski K., Sangowska B., Mroszczyk W., *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych – treści rozszerzające*, Zamkor.

Temat 2b: Badanie ruchu modelu samochodu-zabawki

Podstawa programowa, IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

IV Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel, wykresów, schematów i rysunków.

VI Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analizowanie ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

1. Ruch jednostajnie zmienny punktu materialnego.
- 1.4. Uczeń wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu.
- 1.5. Uczeń rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie działania ultradźwiękowego rejestratora danych (dopplerowskiego detektora ruchu).
2. Planowanie przebiegu doświadczenia.
3. Zapisywanie danych z pomiarów.
4. Przeprowadzanie analizy danych pomiarowych (położenia, prędkości i przyspieszenia) na podstawie wykresów i wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

1. Poznaje sposoby przeprowadzania doświadczenia z ultradźwiękowym detektorem ruchu.
2. Przeprowadza doświadczenie związane z ruchem jednostajnie zmiennym poruszającego się ciała (samochodu-zabawki).
3. Potrafi przedstawić wyniki pomiarów: położenia, prędkości i przyspieszenia w formie zależności graficznych dla ruchu jednostajnie zmiennego.
4. Potrafi analizować wyniki pomiarów, znając właściwości ruchu zmiennego.

5. Odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych, oblicza wartości prędkości, położenia i przyspieszenia.

Metoda pracy

Praktyczne doświadczenie z wykorzystaniem komputera – nauczanie wspomagane komputerowo. Nauczyciel demonstruje przebieg doświadczenia.

Formy pracy

Praca z grupą uczniów pod kierunkiem nauczyciela i pokaz doświadczenia dla całej klasy.

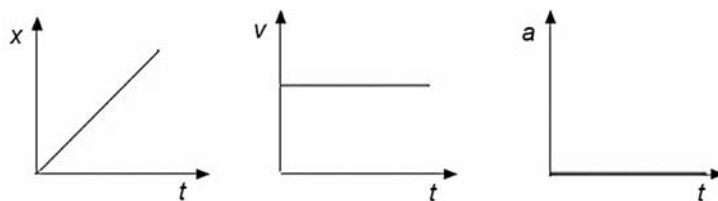
Środki dydaktyczne i potrzebne materiały:

- ultradźwiękowy rejestrator danych detektora parametrów ruchu (x, v, t) z komputerem,
- statyw do zamocowania nadajnika i odbiornika ultradźwiękowego,
- model samochodu z własnym napędem,
- lekki, papierowy ekran,
- klej lub taśma samoprzylepna do zamocowania ekranu,
- instrukcja opisująca przebieg doświadczenia.

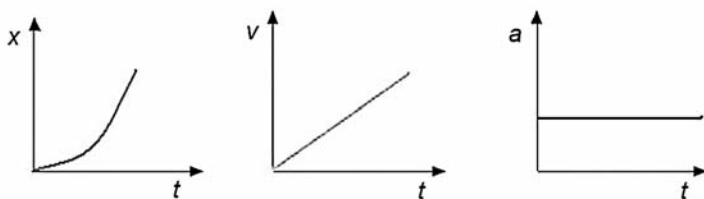
Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

Wprowadzenie teoretyczne

W zależności od posiadanego modelu samochodu-zabawki, można badać zarówno ruch jednostajnie zmienny, jak i ruch jednostajny. Uczniowie znają już teoretyczne zależności zmian położenia, prędkości i przyspieszenia w czasie w ruchu jednostajnym i ruchu jednostajnie zmiennym. Zależność parametrów ruchu (x, v, a) od czasu dla tych wielkości przedstawiona została na wykresach (rys. 1 i rys. 2).



Rys. 1. Zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnym. Zależności spełniają równania: $x = vt$, $v = \text{constans}$, $a = 0$.



Rys. 2. Zależność położenia (x), prędkości (v) i przyspieszenia (a) od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym. Relacje pomiędzy wielkościami fizycznymi opisują wzory: $x = at^2/2$, $v = at$, $a = \text{constans}$

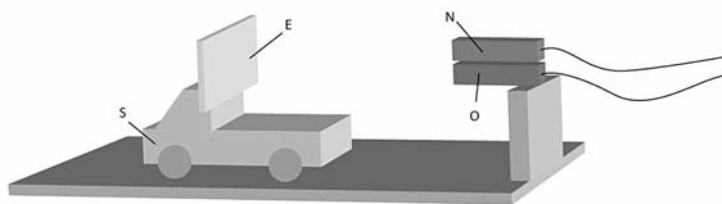
Opis doświadczenia

Przygotowujemy odpowiednie elementy do zbadania ruchu modelu samochodu-zabawki z własnym napędem i przeprowadzenia doświadczenia w różnych wersjach. Jeżeli posiadamy odpowiedni model samochodu, sterowany na odległość, z możliwością zaczeplenia na nim nadajnika czujnika ultradźwiękowego, to nasze możliwości badania ruchu są dużo większe.

Przeprowadzamy kilka pomiarów wstępnych, aby przetestować szybkość samochodu i dobrać odpowiedni czas rejestracji ruchu np. dwie lub trzy sekundy. Wykonujemy pomiary dla samochodu oddalającego się nadajnika umieszczonego na statywie. Pomiary można wykonać także dla samochodu zbliżającego się do nadajnika.

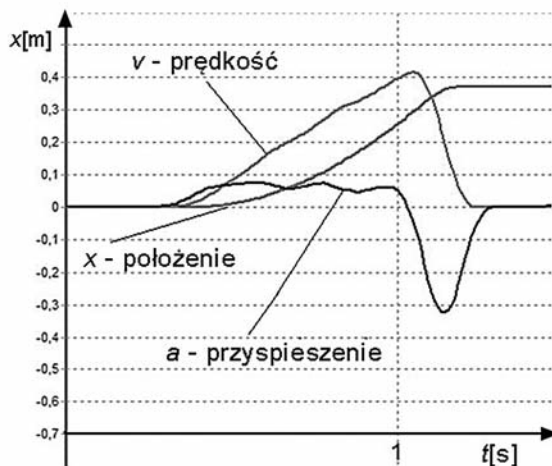
Wykonanie doświadczenia

1. Przygotowujemy układ pomiarowy naszego doświadczenia zgodnie z rysunkiem 3.
2. Ustawiamy model samochodu-zabawki z przyklejonym papierowym ekranem na płaskiej powierzchni podłogi, w pobliżu statywu z odpowiednio zamocowanymi nadajnikiem i odbiornikiem detektora ruchu.
3. Przygotowany do ruchu samochód zostaje uwolniony, a jego oddalanie się od statywu rejestrujemy za pomocą fali ultradźwiękowej, odbijanej przez papierowy ekran.
4. Zapisujemy kilka otrzymanych wyników. Wybieramy najlepsze rezultaty do interpretacji i wyciągania wniosków.



Rys. 3. Układ pomiarowy składa się z samochodu-zabawki S, z przyklejonym papierowym ekranem E. Na statywie są umieszczone: nadajnik N i odbiornik O detektora ruchu

Przykład wyników pomiarowych został przedstawiony na rysunku 4.



Rys. 4. Wykresy zależności położenia x [m], prędkości v [m/s] i przyspieszenia a [m/s²] dla samochodu-zabawki oddalającego się od statywu.

Opracowanie wyników, wyciągnięcie wniosków

Uzyskaliśmy rzeczywiste wyniki zależności trzech parametrów ruchu: położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu trwania ruchu samochodu-zabawki (rys. 4). Z wykresów widać, że mamy do czynienia z ruchem jednostajnie przyspieszonym. Rzeczywiste wykresy ruchu różnią się od teoretycznych wykresów zależności prędkości i przyspieszenia od czasu. Badany ruch nie jest idealnym ruchem jednostajnie zmiennym. Niektóre wartości chwilowe prędkości i przyspieszenia różnią się od teoretycznych wartości dla tych wielkości. Jednakże

obserwujemy wyraźnie liniowy wzrost prędkości, a zmiana położenia przedstawiona jest zależnością kwadratową od czasu.

Wnioski:

Po kilkakrotnym przeanalizowaniu wykresów pomiarowych dla poruszającego się modelu samochodu, stwierdzamy, że przedstawione powyżej wyniki doświadczalne są dość dobrym przykładem ruchu jednostajnie przyspieszonego. Rzeczywiste zależności parametrów ruchu od czasu skłaniają nas do porównania tych parametrów z kryteriami teoretycznymi dla położenia i prędkości w ruchu jednostajnie przyspieszonym. Wyniki pomiarowe przedstawione na rysunku 4 są charakterystyczne dla samochodu oddalającego się od nadajnika i odbiornika ultradźwiękowego. Możemy stwierdzić, że z dobrym przybliżeniem wyniki naszych pomiarów potwierdzają, iż badaliśmy ruch jednostajnie zmienny.

Zadania do wykonania

1. Wykonaj kilka różnych pomiarów dla modelu samochodu-zabawki oddalającego się i zbliżającego do czujników ruchu.
2. Postaraj się o inne modele samochodu z własnym napędem lub zdalnie sterowane i zarejestruj ich ruch.
3. Jeżeli dysponujesz samochodem zdalnie sterowanym, postaraj się zarejestrować ruch jednostajny na prostym odcinku drogi.
4. Dokonaj analizy wykresów ruchu dla różnych przypadków.
5. Podaj odpowiednią interpretację otrzymanych wyników pomiarów.

Zastosowania w życiu codziennym i technice

Z przykładami poruszania się ruchem zmiennym mamy do czynienia w życiu codziennym. Możemy zaobserwować, że poruszające się samochody, podczas rozpędzania się i hamowania, zmieniają wartości swojej prędkości. Różne pojazdy rozpędzają się i poruszają z różnymi wartościami przyspieszenia. Zwykle samochody osobowe osiągają duże przyspieszenia, podczas gdy samochody ciężarowe i autobusy przyspieszają znacznie wolniej ze względu na dużą masę. Samochody wyścigowe lub rajdowe przyspieszają i poruszają się bardzo szybko. Charakteryzują się dużą mocą silnika i potrafią rozpędzać się do prędkości 100 km/h w ciągu kilku sekund. Prędkości osiągane na torze wyścigowym dochodzą do 300 km/h. Również motocykle

o znacznej mocy silnika osiągają duże przyspieszenia i prędkości. Jeśli jednak kierujący robi to na zwykłych, „niedoskonałych” drogach i ulicach miast, wtedy często dochodzi do wypadków.

Literatura

- [1] *Fizyka z komputerem*, praca zbiorowa pod redakcją J. Turło, Toruń, 1996.
- [2] Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium dla nauczyciela przyrody*, PDF, Toruń, 2003.
- [3] Szydłowski H., *Fizyczne laboratorium komputerowe*, Poznań, 1994.
- [4] Turło J., *Przykłady wykorzystania technologii informacyjnej w edukacji przyrodniczej*, IF UMK, 2006.
- [5] Salach J., *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych – kurs podstawowy z elementami kursu rozszerzonego*, Zamkor.
- [6] Salach J., Fijałkowska M., Fijałkowski K., Sangowska B., Mroszczyk W., *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych – treści rozszerzające*, Zamkor.

Temat 3: Ruch wahadła w polu grawitacyjnym

Podstawa programowa, IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- V Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- 6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne
 - 3) Uczeń oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego.

Cele

Cele ogólne

- 1. Poznanie działania ultradźwiękowego rejestratora danych (doplerowskiego detektora ruchu).

2. Zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia fizycznego polegającego na pomiarach wychylenia od położenia równowagi wahadła matematycznego.
3. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenia na ich podstawie wykresu.
4. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposób przeprowadzenia doświadczenia z ultradźwiękowym detektorem ruchu;
- nabywa umiejętność przeprowadzenia doświadczenia, w którym badamy wpływ zmiany długości wahadła matematycznego na okres drgań;
- nabywa umiejętność przedstawienia wyników w formie zależności graficznej;
- potrafi dokonać analizy wyników i porównać je z wynikami teoretycznymi.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerem lub demonstracja doświadczenia przeprowadzona przez nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą.

Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opisany w dalszej części), instrukcje do ćwiczeń.

Wprowadzenie teoretyczne

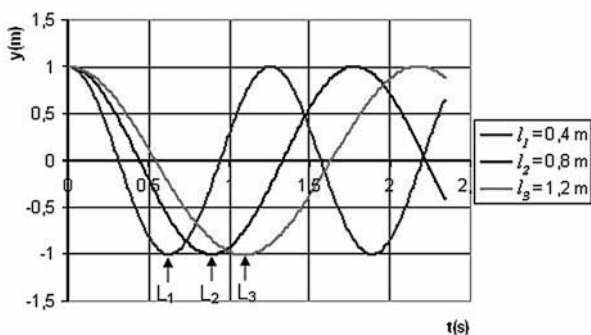
Analizując ruch wahadła pod wpływem siły ciężkości otrzymujemy następujący wzór na okres drgań T :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

gdzie l – długość nici wahadła matematycznego; g – przyspieszenie ziemskie.

Zależność ta jest prawdziwa dla niewielkich wychyleń z położenia równowagi.

Na wykresie (rys. 1) przedstawiono zależność położenia w ruchu harmonicznym od czasu dla trzech wahadeł o różnych długościach. Na wykresie widać, że okres drgań ulega wydłużeniu wraz ze wzrostem długości wahadła zgodnie ze wzorem (1).



Rys. 1. Teoretyczna zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości

Cele

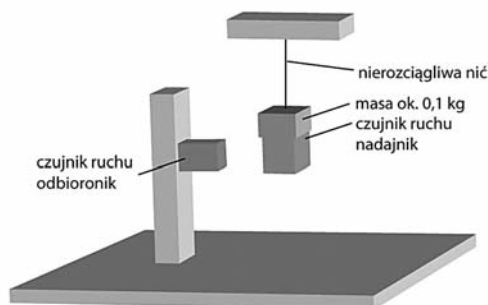
1. Zbadanie wpływu długości wahadła matematycznego na okres drgań.
2. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenie na ich podstawie wykresu.
3. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Przyrządy i materiały:

- detektor ruchu,
- odważnik o masie ok. 0,1 kg,
- nierozciągliwa nić służąca do połączenia masy z punktem zaczepienia wahadła.

Przebieg doświadczenia

1. Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 2.



Rys. 2. Układ doświadczalny do badania zależności okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości.

2. Dobierz długość nici, tak aby długość wahadła, mierzona od punktu zaczepienia do środka ciężkości dołączonego przedmiotu, wynosiła ok. 40 cm.
3. Ustaw czas pomiaru na ok. 10 sekund.
4. Włącz start, odchyl wahadło i puść je swobodnie.
5. Powtórz pomiary dla wahadła o długości odpowiednio: dwa, trzy, czterokrotnie większej.
6. Wyniki pomiarów prześlij do arkusza kalkulacyjnego.

Uwagi

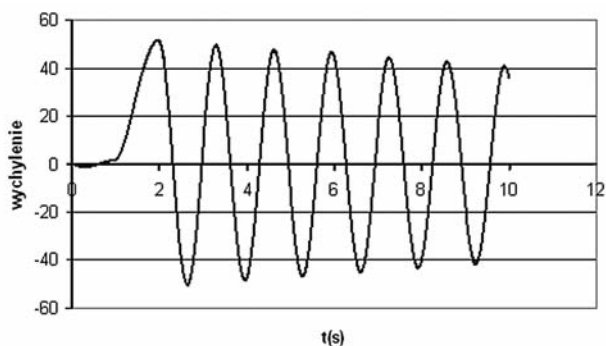
Długość wahadła mierzona jest od punktu zaczepienia do środka ciężkości doczepionej masy.

Wykres zależności położenia wahadła od czasu jest przesunięty w fazie tak, aby maksimum wychylenia odpowiadało chwili początkowej na osi czasu.

Przed przystąpieniem do pomiarów należy doświadczalnie dobrać zamocowanie nadajnika na doczepionej masie, aby ruch wahadła był w tej samej płaszczyźnie, w której znajduje się odbiornik i nadajnik.

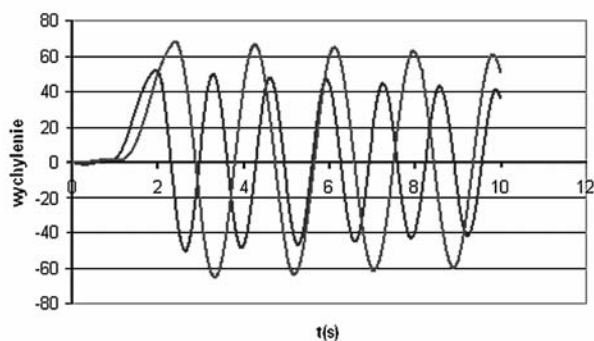
Opracowanie wyników i wnioski

Otrzymane wyniki po przesłaniu do arkusza kalkulacyjnego posłużą do sporządzenia wykresu zależności wychylenia wahadła od czasu. Przykładowy wykres tej zależności przedstawia rysunek 3.



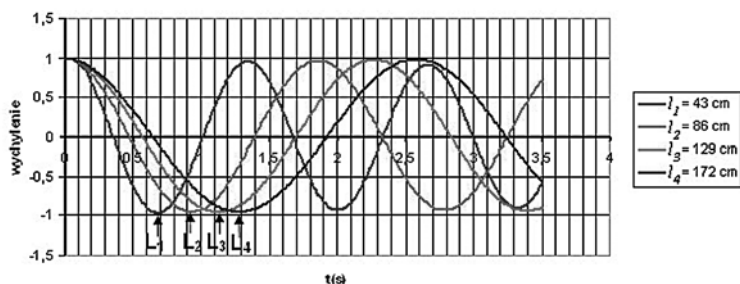
Rys. 3. Uzyskana doświadczalnie zależność wychylenia wahadła od czasu

W przypadku kilku pomiarów dla wahadeł o różnych długościach, przedstawienie wyników w tych samych współrzędnych, jest mało czytelne. Widać to na rysunku 4.



Rys. 4. Wykres zależności wychylenia od czasu dla dwóch wahadeł o różnych długościach.

Zachodzi zatem konieczność takiego przesunięcia wykresów, aby początek ruchu zaczynał się w tym samym momencie, a amplitudy drgań były znormalizowane. Przesunięte, o znormalizowanych amplitudach, wykresy dla czterech wahadeł o długościach będących w stosunku 1 : 2 : 3 : 4 przedstawia rysunek 5.



Rys. 5. Wykresy przedstawiające zależność wychylenia od czasu dla wahadeł o różnych długościach po przesunięciu i znormalizowaniu.

Korzystając z wykresów (rys. 5) można przećwiczyć umiejętność odczytywania podstawowych parametrów ruchu drgającego, takich jak amplituda i okres drgań. Odczytane z wykresu okresy drgań można porównać z wartościami przewidywanymi we wzorze (1).

Literatura

- [1] *Słownik fizyczny*, praca zbiorowa, Wiedza Powszechna, Warszawa, 1984.
 [2] Szczeniowski Sz., *Fizyka doświadczalna, część 1. Mechanika i akustyka*, PWN, Warszawa, 1972.

Temat 4: Drgania wahadła sprężynowego

Podstawa programowa, IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
 V Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne
 3) Uczeń oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego.

Cele

Cele ogólne

1. Poznanie działania ultradźwiękowego rejestratora danych (dopplerowskiego detektora ruchu).
2. Planowanie i przeprowadzenie doświadczenia fizycznego polegającego na pomiarach położenia masy zawieszonyj na sprężynie w zależności od czasu.
3. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenie na ich podstawie wykresu.
4. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposób przeprowadzenia doświadczenia z wykorzystaniem ultradźwiękowego detektora ruchu;
- nabywa umiejętność przeprowadzenia doświadczenia, w którym badamy wpływ zmiany współczynnika sprężystości na okres drgań wahadła;
- nabywa umiejętność przedstawienia wyników w formie zależności graficznej;
- potrafi dokonać analizy wyników i porównać je z wynikami teoretycznymi.

Metoda pracy

Praktyczne ćwiczenia laboratoryjne wspomagane komputerem lub demonstracja doświadczenia przeprowadzona przez nauczyciela.

Forma pracy

Praca z całą klasą.

Środki dydaktyczne i materiały

Autonomiczny rejestrator danych, zestaw doświadczalny (opisany w dalszej części), instrukcje do ćwiczeń.

Wprowadzenie teoretyczne

Okres drgań wahadła zawieszonego na sprężynie jest dany wzorem:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

gdzie: m – masa zawieszona na sprężynie; k – współczynnik sprężystości.

Sposób badania wpływu zmian współczynnika k na okres drgań wahadła został przedstawiony na rysunku 1.

W doświadczeniu zmianę współczynnika sprężystości uzyskano poprzez szeregowe dołączanie kolejnych, jednakowych linek gumowych. Współczynnik sprężystości k^* układu n linek wyraża się wzorem $k^* = n \times k$, gdzie k – współczynnik sprężystości pojedynczej linki. Zatem okres drgań wahadła złożonego z n linek wynosi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{n \times m}{k}} \quad (1)$$

Cele

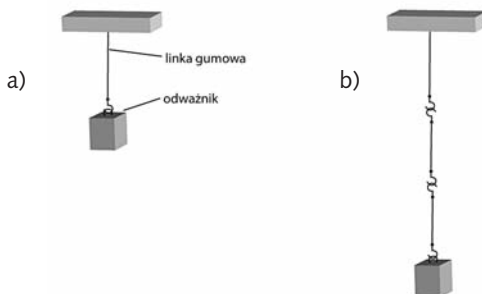
1. Zbadanie wpływu współczynnika sprężystości na okres drgań wahadła sprężynowego.
2. Zapisanie danych w formie elektronicznej i sporządzenie na ich podstawie wykresu powyższej zależności.
3. Analiza uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Przyrządy i materiały:

- detektor ruchu,
- odważnik o masie ok. 0,1 kg,
- cztery jednakowe linki gumowe zakończone haczykami.

Przebieg doświadczenia

1. Przygotuj układ doświadczalny zgodnie z rysunkiem 1a.

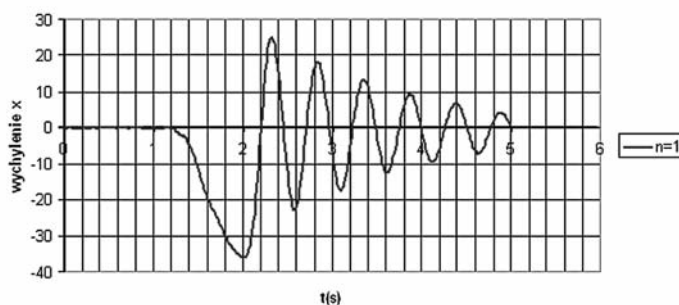


Rys. 1. Układ doświadczalny do badania zależności okresu drgań wahadła sprężynowego od współczynnika sprężystości.

2. Ustaw czas pomiaru na ok. 10 sekund.
3. Włącz start, pociągnij wahadło w dół i puść je swobodnie.
4. Powtórz pomiary dla wahadła o długości odpowiednio dwa-, trzy- i czterokrotnie większej (rys. 1b).
5. Wyniki pomiarów prześlij do arkusza kalkulacyjnego.

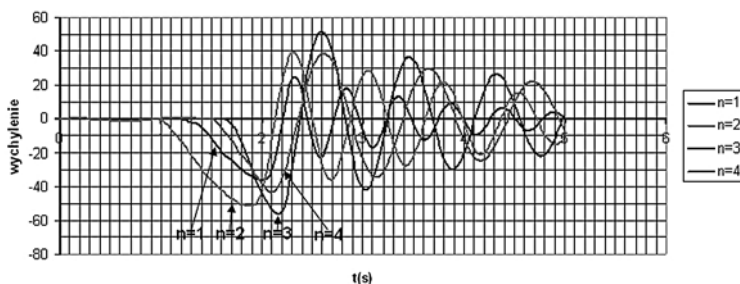
Opracowanie wyników i wnioski

Otrzymane wyniki po przesłaniu do arkusza kalkulacyjnego posłużą do sporządzenia wykresu zależności wychylenia wahadła od czasu. Przykładowy wykres przedstawia rysunek 2.



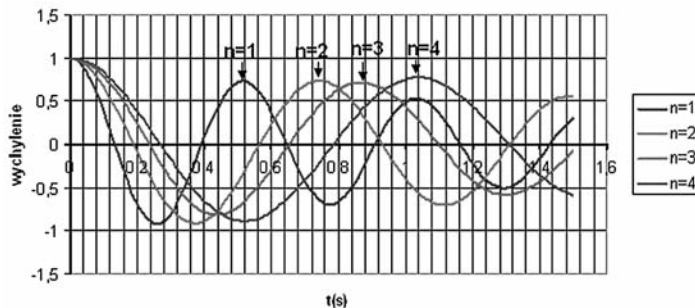
Rys. 2. Doświadczalna zależność wychylenia x masy zaczepionej na pojedynczej gumowej nici od czasu t .

W przypadku kilku pomiarów dla wahadeł z różną liczbą połączonych nici gumowych, przedstawienie wyników w jednym układzie współrzędnych, jest mało czytelne. Problem ten ilustruje rysunek 3.



Rys. 3. Wyniki czterech pomiarów wykonanych dla wahadeł złożonych z różnych ilości nici gumowych.

Zachodzi zatem konieczność takiego przesunięcia wykresów, aby pierwsze maksimum wychylenia z położenia równowagi znajdowało się w tym samym punkcie, a amplitudy drgań były znormalizowane. Przesunięte, o znormalizowanych amplitudach, wykresy dla czterech wahadeł o różnych długościach o stosunku 1 : 2 : 3 : 4 przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Wykresy przedstawiające zależność wychylenia od czasu dla wahadła założonego z różnej liczby jednakowych nici gumowych, po przesunięciu i znormalizowaniu.

Wskazane jest, aby uczniowie, na podstawie otrzymanego wykresu, odczytali wartość okresu drgań dla poszczególnych wahadeł, by sprawdzili stosunek ich wartości. Następnie otrzymaną zależność sprawdzili ze wzorem 1.

Warto zwrócić uwagę na stałość okresu drgań, niezależną od czasu oraz na malejącą amplitudę drgań.

Poznane zależności i przeprowadzone doświadczenia pozwolą lepiej zrozumieć zasadę działania amortyzatorów czy skoków na bungee.

Literatura

- [1] *Słownik fizyczny*, praca zbiorowa, Wiedza Powszechna, Warszawa, 1984
- [2] Szczeniowski Sz., *Fizyka doświadczalna, cz. 1. Mechanika i akustyka*, PWN, Warszawa, 1972
- [3] Ernst K., *Einstein na huśtawce czyli fizyka zabaw, gier i zabawek*, Prószyński i S-ka, Warszawa, 2002

Temat 3: Badanie ruchu przewracającego się sztywnego komina

Podstawa programowa, IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- IV Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- VI Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analizowanie ich wyników

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- 1. Ruch jednostajnie zmienny punktu materialnego
- 1.4. Uczeń wykorzystuje związki między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu.
- 1.5. Uczeń rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu.
- 1.14. Uczeń oblicza parametry w ruchu jednostajnym po okręgu.

Cele

Cele ogólne

- 1. Poznanie działania ultradźwiękowego rejestratora danych (dopplerowskiego detektora ruchu).
- 2. Planowanie wyników przebiegu doświadczenia.
- 3. Zapisywanie danych z pomiarów.
- 4. Przeprowadzanie analizy danych pomiarowych (położenia, prędkości i przyspieszenia) na podstawie wykresów i wyciąganie wniosków.

Cele operacyjne

Uczeń:

- poznaje sposoby przeprowadzania doświadczenia z ultradźwiękowym detektorem ruchu;
- przeprowadza doświadczenie związane z ruchem jednostajnie zmiennym poruszającego się ciała (klocka, kształtki metalowej);
- potrafi przedstawić wyniki pomiarów: położenia, prędkości i przyspieszenia w formie zależności graficznych dla ruchu jednostajnie zmiennego;

- potrafi analizować wyniki pomiarów, znając właściwości ruchu zmiennego;
- odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych i oblicza wartości prędkości, położenia i przyspieszenia.

Metoda pracy

Praktyczne doświadczenie z wykorzystaniem komputera – nauczanie wspomagane komputerowo. Nauczyciel demonstruje przebieg doświadczenia.

Formy pracy

Praca z grupą uczniów pod kierunkiem nauczyciela i pokaz doświadczenia dla całej klasy.

Środki dydaktyczne i potrzebne materiały:

- ultradźwiękowy rejestrator danych z detektorem parametrów ruchu (x , v , a) z komputerem,
- pręty z zestawu do mechaniki,
- łączniki do prętów,
- taśma samoprzylepna,
- kawałek gąbki o rozmiarach 20 cm na 20 cm i grubości 10 cm,
- metalowa podstawa do magnetycznego zaczeplenia odbiornika O ultradźwiękowego rejestratora danych,
- instrukcja opisująca przebieg doświadczenia.

Przebieg doświadczenia i rejestracja pomiarów

Wprowadzenie teoretyczne

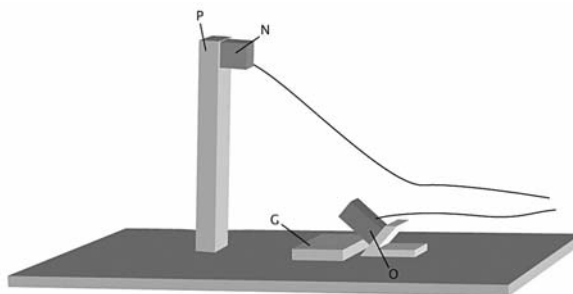
Ćwiczenie analizuje sytuację przewracającego się komina. Możemy dokonać pomiaru parametrów ruchu (x , v , a) w funkcji czasu dla punktu najbardziej oddalonego od podstawy komina (poziomu podłoża). Tym punktem jest miejsce zamocowania nadajnika ultradźwiękowego N rejestratora ruchu na sztywnym metalowym pręcie. Rzeczywistym odpowiednikiem takiej sytuacji jest prawdziwy komin o wysokości kilkunastu lub kilkudziesięciu metrów, który przewraca się, nabierając przy tym coraz większej prędkości. Poszczególne elementy komina poruszają się z różnymi prędkościami. Największemu przyspieszeniu podlega koniec komina. Takie sytuacje bywają nagrywane na filmach i stosując metodę interaktywnego wideo (interak-

tywne programy edukacyjne, interaktywne CD) można przeanalizować upadek takiego komina, śledząc zmianę parametrów ruchu zaznaczonych w programie komputerowym punktów na kominie. Możemy w ten sposób przekonać się, że odległe od podstawy punkty komina mogą poruszać się z przyspieszeniem większym od przyspieszenia ziemskiego.

Z podobną sytuacją zetknęlibyśmy się, obracając na wspólnej osi koło rowerowe o małym i dużym promieniu (20-calową obręcz od roweru składaka i 28-calową obręcz od dużego roweru). Punkt na dużej obręczy miałby większą prędkość liniową $v = 2\pi R/T$, niż punkt na mniejszej obręczy, przy obrocie obręczy o ten sam kąt. Prędkości kątowe punktów są takie same: $\omega = \text{constans}$, $\omega = \Delta\Phi/\Delta t$.

Opis doświadczenia

Ustawiamy nasz model komina zbudowany z prętów metalowych P na podłodze (rys. 1). Nadajnik ultradźwiękowy N zamocowujemy magnetycznie lub za pomocą taśmy przyklepnej w najwyższym możliwym punkcie. Odbiornik ultradźwiękowy O umieszczamy na podstawce metalowej w odpowiedniej odległości wynikającej z długości prętów. Przy czujniku ultradźwiękowym na podłodze umieszczamy gąbkę G amortyzującą upadek prętów i zabezpieczającą nasz nadajnik ultradźwiękowy. Czujniki ultradźwiękowe są podłączone do rejestratora ruchu i do komputera. Układ jest przygotowany do rejestrowania parametrów ruchu w funkcji czasu.

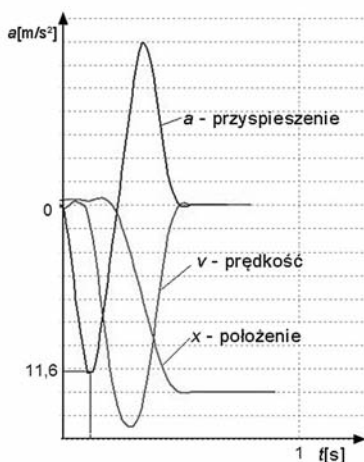


Rys. 1. Układ pomiarowy. Przewody od nadajnika N i odbiornika ultradźwiękowego O są połączone z rejestratorem danych i komputerem. Nadajnik jest zamocowany na prętach a odbiornik ultradźwiękowy znajduje się na podłodze, przymocowany magnetycznie do metalowej podstawki. P – metalowe pręty, G – gąbka.

Wykonanie doświadczenia

Przygotowujemy układ pomiarowy naszego doświadczenia (rys. 1). Do przeprowadzenia doświadczenia potrzebne są dwie osoby. Jedna uruchamia program rejestrujący ruch, druga osoba koncentruje się na upadających prętach i na nadajniku ultradźwiękowym. Wykonujemy kilka prób upadania „komina” i sprawdzamy czy odbiornik ultradźwiękowy rejestruje sygnał ruchu. Ustawiamy odpowiedni czas rejestracji ruchu na około 0,5 s.

Przykład wyników pomiarowych przedstawiony został na rysunku 2.



Rys. 2. Wykres zależności położenia x [m], prędkości v [m/s] i przyspieszenia a [m/s²] modelu upadającego komina. Położenie $x(t)$, prędkość $v(t)$, przyspieszenie $a(t)$.

Opracowanie wyników, wyciągnięcie wniosków

Pomiary wskazują, że mamy do czynienia z ruchem zmiennym. Przewracający się model komina pod wpływem siły grawitacji powoduje wzrost prędkości i przyspieszenia punktu, w którym jest zamocowany czujnik ultradźwiękowy. Odczytana z wykresu wartość przyspieszenia wynosi 11,6 m/s².

Wnioski

W przypadku swobodnie spadającego ciała w polu grawitacyjnym uzyskujemy wartość przyspieszenia $\sim 9,81$ m/s². Jeśli mamy do czynienia

z oporem powietrza, wartość przyspieszenia spadającego ciała jest mniejsza od wartości przyspieszenia ziemskiego (takie doświadczenie można przeprowadzić np.: ze spadkownicą elektroniczną). W naszym przypadku przyspieszenie w badanym punkcie osiągnęło wartość $a = 11,6 \text{ m/s}^2$. Oznacza to, że punkt położony na końcu modelu komina porusza się z przyspieszeniem większym od przyspieszenia ziemskiego. Jeżeli przyjmiemy, że badany punkt pomiaru jest położony w odległości R od punktu podparcia prętów (odległość ta odpowiada długości prętów użytych do doświadczenia), to podczas upadku porusza się on po okręgu o promieniu R .

Zadania do wykonania:

1. Wykonaj pomiary parametrów ruchu czujnika ultradźwiękowego zamocowanego na różnych wysokościach modelu przewracającego się komina.
2. Porównaj parametry ruchu punktów komina położonych na różnych wysokościach.
3. Mając do dyspozycji obręcz koła rowerowego, tarczę obrotową starego gramofonu, wahadło obrotowe Oberbecka, możemy za pomocą małych ekranów umieszczonych w różnych odległościach od osi obrotu wyznaczyć wartości prędkości liniowych tych punktów odpowiednio ustawiając czujniki ultradźwiękowe detektora ruchu.
4. Zbadaj prędkość masy zawieszonyj na niciach o różnej długości przy przechodzeniu przez położenie równowagi (wahadło).

Zastosowania w życiu codziennym i technice

Wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z ruchem względem osi obrotu, parametry prędkości i przyspieszenia będą zależne od odległości od osi obrotu. Doświadczenie z kominem potwierdza taką zależność. Wybrane punkty na dużej wskazówce zegara lub kole rowerowym będą się poruszały z różnymi prędkościami. Dlatego zakładając licznik kilometrów i prędkości do roweru musimy uwzględnić promień naszego koła. Inaczej wskazania nie będą prawidłowe. Punkt na tarczy obrotowej adaptera ma prędkość liniową zależną od odległości od osi obrotu. Punkty na powierzchni Ziemi będącej w ruchu obrotowym, np. w okolicach równika i naszej szerokości geograficznej, mają różne prędkości liniowe. Wahadła mate-

matyczne o różnych długościach nici osiągną różne wartości prędkości liniowej przy przechodzeniu przez położenie równowagi.

Literatura

- [1] *Fizyka z komputerem*, praca zbiorowa pod redakcją J. Turło, Toruń, 1996.
- [2] Turło J., Firszt F., Karbowski A., Osiński G., Służewski K., *Laboratorium dla nauczyciela przyrody*, PDF, Toruń, 2003.
- [3] *Interaktywne CD z filmem o przewracającym się kominie*.
- [4] Salach J., *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych – kurs podstawowy z elementami kursu rozszerzonego*, Zamkor.
- [5] Salach J., Fijałkowska M., Fijałkowski K., Sangowska B., Mroszczyk W., *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych – treści rozszerzające*, Zamkor.

Podziękowania

Składam serdeczne podziękowania Wszystkim, którzy przyczynili się do tego, że powyższe opracowanie mogło powstać. Szczególnie dziękuje autorom oraz twórcom sprzętu i oprogramowania, niezbędnego do zastosowania metody EWK: dr Zygmuntowi Turło, dr Leszkowi Wydźgowskiemu i mgr. Andrzejowi Karbowskiemu, a także niezastąpionym nauczycielom Torunia: mgr Januszowi Kosickiemu, mgr Tomaszowi Kocurowi i mgr Tadeuszowi Kubiakowi za ogromny wkład włożony w napisanie scenariuszy lekcji fizyki z wykorzystaniem SOND 3 i 4, które były przedmiotem projektu „Fizyka jest ciekawa”.

